3e Série, t. XII. — 1884. — No 5.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME DOUZIÈME

Feuilles 18-21 (28 Janvier — 3 Mars 1884)

Planches IX à XI

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7
1883 A 1884

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.
AVRIL 1884

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (*Décret du 12 décembre 1873*) (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art. 4 du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres (*Art. 42 du règlement administratif*).

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre 1871*).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1883-1884

Les séances se tiennent à 8 heures du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
5	3	7	4	3	7	5	9
		14			17*		
19	17	28	18	17	21	19	23

* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

sumé, le *Cervus neschersensis* devra être étudié avec de nouveaux matériaux.

Espèce 10. *Cervus buladensis*, Depéret ex Croizet.

Pl. VII, fig. 4.

Syn. *Cervus buladensis*, Croiz., coll. Mus. — *Cervus microceros*, Bravard, coll. Mus.

De Boulade (montagne de Perrier) et du ravin des Étouaires.

Diagnose. — Espèce de petite taille, un peu inférieure au *Cervus cusanus*, caractérisée par des bois très grêles et allongés, un peu aplatis, cannelés et assez rugueux : une dent obtuse et saillante qui se montre à une hauteur de 15 centimètres au-dessus de la meule représente un premier andouiller rudimentaire. La terminaison des bois est inconnue.

Description. — Les premiers bois ou dagues (coll. Croizet), sont simples, à peine aplatis, un peu divergents; leur bord antérieur forme une carène marquée qui porte aux deux tiers de sa hauteur une dent obtuse et saillante. Les bois adultes, désignés par Bravard sous le nom de *Cervus microceros* (pl. VII, fig. 4), sont rapprochés à la base, un peu divergents, allongés et très grêles, plus aplatis que les premiers. Leur surface est marquée de cannelures longitudinales profondes. Les bords, et surtout le bord antérieur, forment des crêtes aiguës; le dernier porte à une hauteur de 15 centimètres au-dessus de la meule, une dent plus saillante que dans les jeunes. Cette saillie, constante sur tous les sujets que j'ai eus entre les mains, rappelle par sa présence l'andouiller médian des Chevreuils, qui serait resté tout à fait rudimentaire. Le bois semble avoir été plus élargi dans sa partie supérieure qui est malheureusement brisée sur toutes les pièces du Muséum.

Les mâchoires diffèrent peu de celles du *Cervus cusanus*, sinon par la taille, qui est d'un quart plus faible, et par un peu moins d'épaisseur relative des molaires. Les dimensions de ces dents et celles des os des membres sont à peu près identiques à celles du *Cervus neschersensis*.

Mâchoire.	Long. des 3 arrière-molaires. . .	0,036
Mandibule.	Long. des 6 molaires.	0,068
	— 3 arrière-molaires.	0,040
Humérus.	Larg. en bas.	0,032
Radius.	Long. totale	0,188
Métacarpien.	Larg. en haut.	0,023
Tibia.	Larg. en bas.	0,030
Astragale.	Long. sur le bord externe. . . .	0,028
Calcanéum.	Long. totale.	0,072
Métatarsien.	Larg. en haut.	0,023

Rapports et différences. — Bien que fondé sur des pièces un peu insuffisantes, le *Cervus buladensis* se distingue nettement du groupe des véritables Chevreuils, qui comprend les *Cervus cusanus* et *neschersensis* d'Auvergne par l'allongement et par l'extrême gracilité de ses bois. Il est même possible, lorsque l'espèce sera mieux connue, qu'il ne puisse être maintenu dans le sous-genre *Capreolus*. Je ne vois dans les Cerfs vivants aucune forme qui puisse en être rapprochée, et il en est de même des petites espèces fossiles indiquées par M. Pomel.

3° Famille des BOVIDÉS.

Les Bœufs ont fait leur apparition en Asie beaucoup plus anciennement qu'en Europe; on en trouve déjà dans le Miocène supérieur des monts Sewalick, tandis que les terrains miocène et pliocène inférieur de nos régions en sont jusqu'ici totalement dépourvus. L'espèce la plus ancienne a été découverte depuis longtemps dans le Pliocène moyen de Perrier par l'abbé Croizet, et a mérité de ce savant le nom de *Bos elatus*, en raison de ses formes sveltes qui contrastent avec la lourdeur des Bœufs quaternaires et actuels d'Europe. Par ses caractères de transition, cette espèce montre le lien de parenté qui réunit la famille des Bœufs à certains genres de la famille des Antilopes.

Espèce 1. *Bos elatus*, Pomel ex Croizet.

Syn. : *Bos elatus*, 1828, Croizet (grande et petite race), coll. Mus. — *Bos elatus* et *Bos elaphus*, Pomel, 1854. Cat. méth., p. 114. — *Bos* (*Bonasus*) *elatus*, P. Gervais, Zool. et pal. fr., p. 114. — *Bos elaphros magnus* et *Bos elaphros minus*, Bravard, coll. Mus. — *Bos etruscus*, Falconer, 1857. Palæontological memoirs and notes. — *Bos* (*Bibos*) *etruscus*, Rutimeyer, 1866. *Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes* (Abth. II, p. 71-77 et pl. I, fig. 3-5).

Des alluvions ponceuses de la montagne de Perrier.

Diagnose. — Espèce de petite taille, se rapprochant des *Bison* par son front légèrement bombé, et par ses cornes très divergentes, courtes, spirales, recourbées en avant. Os des membres bien plus grêles que dans les sections des *Bos* et des *Bison*. Molaires à fût peu élevé relativement, étroites, et recouvertes d'une faible quantité de cément. Prémolaires plus longues et plus compliquées que dans les *Bos*, ayant un aspect *antilopin* très accentué. Colonnettes interlobaires longues, étroites, souvent isolées du fût. La première et la deuxième arrière-molaires portent du côté interne un tubercule ou colonnette accessoire plus ou moins développée.

Description. — Le Muséum de Paris est très riche en débris de cette espèce qui n'a été jusqu'ici que très sommairement décrite; aussi ai-je cru devoir entrer dans quelques détails en raison de l'intérêt qui s'attache à ce premier représentant dans nos pays d'une famille qui est aujourd'hui à son apogée de développement.

J'ai pu étudier une portion postérieure de crâne (coll. Bravard), avec l'origine des deux cornes. Le front est légèrement bombé dans son ensemble, moins pourtant que dans l'Aurochs et présente son maximum de largeur sur une ligne transversale qui réunit la base des cornes, et qui est placée, comme dans le *Bison*, en avant du plan occipital, au lieu de former en arrière, comme chez les Bœufs, la limite extrême du crâne. Les cornes, courtes, coniques, rejetées tout à fait en arrière de la tête, s'insèrent sur un prolongement épais de l'os frontal, et, à leur naissance, se dirigent d'abord en travers de l'axe du crâne, ou s'infléchissent même un peu en arrière de cette ligne. Elles reviennent ensuite en avant, en restant à peu près horizontales, par une courbure régulière, qui est moins forte et à peine spirale chez les jeunes sujets (coll. Croizet); dans cette dernière pièce, le cône figuré par l'axe osseux de la corne est plus surbaissé et à base relativement plus large que chez l'adulte. Dans les vieux sujets, la courbure spirale est plus prononcée, de sorte que la pointe de la corne regarde en avant et en haut. L'axe osseux des cornes, couvert de rugosités superficielles, porte sur la face postérieure ou convexe, des sillons longitudinaux profonds qui suivent l'inflexion spirale de la corne, et dont deux sont surtout plus accentués. La longueur de ces axes, mesurée suivant la courbure, est environ de 20 centimètres.

Les mâchoires sont très intéressantes à étudier. Comparées à celles des Bœufs actuels, les molaires supérieures, de forme carrée, présentent à la jonction de la couronne et de la racine un collet apparent qui manque à ces derniers; l'émail est plus mince, et le cément moins développé ou presque absent. Les colonnettes interlobaires sont plus étroites, et moins solidement accolées au fût.

Les molaires inférieures sont plus étroites et plus allongées; elles ont un aspect *antilopin* qui frappe à première vue, bien qu'on y retrouve les principaux caractères des Bœufs, et notamment la forte saillie de la côte médiane à chaque lobe des arrière-molaires. Toutes sont pourvues d'un collet, moins marqué pourtant que dans les Cerfs. Les arrière-molaires portent en avant un gros pli transverse d'émail, comme celui des Chèvres, et que j'ai aperçu à la dernière seulement chez le *Bison priscus*. Les colonnettes externes sont moins larges, et moins étroitement accolées au fût que dans les vrais Bœufs, mais

elles y sont aussi longues et aussi rapidement entamées par l'usure de la dent. Sur les nombreuses mandibules que j'ai examinées, la première et la deuxième arrière-molaires présentaient, sur le milieu de leur côté interne, un tubercule conique ou colonnette accessoire, plus ou moins détachée du fût, mais dont le développement est très variable. La présence de ce tubercule m'a paru assez constante pour servir souvent à reconnaître le *Bos elatus*, bien que j'ai eu occasion d'observer exceptionnellement une colonnette semblable sur plusieurs autres Ruminants, tels que l'*Antilope boodon*, le *Bos primigenius*, etc. Elle m'a semblé faire entièrement défaut chez le Bœuf et l'Aurochs.

Les prémolaires sont encore plus caractéristiques par leur étroitesse et leur longueur, eu égard à l'atrophie relative de ces mêmes dents chez le Bœuf et l'Aurochs. Dans ces deux derniers, l'atrophie porte surtout sur le lobe postérieur de la dent qui est coupée carrément en arrière ; tandis que dans le *Bos elatus*, ce lobe est bien développé et bifide comme dans les Cerfs. Ainsi, on observe chez le Bœuf de Perrier, quatre saillies verticales du côté interne des prémolaires, au lieu des deux seulement qui existent sur le *Bison priscus*, et des cinq que l'on observe chez les Cervidés.

On remarque également des caractères intermédiaires sur les os des membres, que l'on prendrait difficilement pour ceux d'un Bœuf, si on les considérait isolément.

Le tableau suivant donne les proportions principales de l'animal adulte ou grande race de Croizet et Bravard.

Mâchoire. Longueur des 6 molaires.	0,126
» » des 3 arrière-molaires . .	0,080
Mandibule. Long. des 6 molaires.	0,140
» » des 3 arrrière-molaires. . .	0,087
» » des 3 prémolaires	0,053
Humérus. Largeur en bas.	0,085
Radius. Longueur totale	0,300
» Largeur en haut.	0,082
Métacarpien. Longueur totale.	0,240
» Largeur en haut	0,054
Tibia. Longueur totale.	0,380
» Largeur en bas	0,060
Astragale. Longueur sur le bord externe . . .	0,071
» Largeur en bas.	0,045
Calcanéum. Longueur totale	0,135
Métatarsien. Longueur totale.	0,276
» Largeur en haut.	0,046

Rapports et différences. — La description qui précède permettra d'apprécier aisément les différences qui séparent le *Bos elatus* des

autres espèces européennes, avec lesquelles il n'a du reste que des parentés assez éloignées. Si la forme bombée de son crâne et la disposition des cornes le rapprochent de la section des *Bison*, dans laquelle il a été placé par P. Gervais, on reconnaîtra que les caractères spéciaux et comme *antilopins* de la dentition, l'éloignent de ce groupe qui présente, au contraire à un haut degré, le type normal de la dentition des Bœufs. M. Rutimeyer a été amené par ses belles recherches sur la filiation des Ruminants à rapprocher le *Bos etruscus* (identique ou très analogue au *Bos elatus*), d'un groupe de Bœufs asiatiques vivants (*Bos gaurus*, *sondaicus*, *indicus*, etc.), et fossiles (*Bos palæogaurus* du pleistocène de l'Inde), formant le sous-genre *Bibos*, qui n'a laissé aucun descendant direct en Europe. Ce groupe se rattache facilement aux Antilopes par l'intermédiaire des *Bubalus*, et semble d'autre part avoir été la souche commune des Bisons et des vrais Bœufs.

On a découvert dans le pliocène du val d'Arno, dont l'âge diffère peu de celui de Perrier, de nombreux débris d'un Bœuf, que Falconer a sommairement décrit sous le nom de *Bos etruscus*. M. Rutimeyer, qui a beaucoup étudié cette espèce, soupçonnait son identité avec le *Bos elatus* de Perrier, d'après quelques débris de ce dernier qu'il avait vus au Musée du Puy et en Angleterre, ces derniers provenant de l'abbé Croizet. Après une comparaison minutieuse des beaux spécimens de *Bos etruscus* que possède le Muséum de Paris, et des pièces typiques du *Bos elatus*, je suis arrivé à la même conviction, et l'identité entre ces deux formes ne me paraît pas douteuse. Les quelques petites différences que j'ai observées, notamment dans la forme des cornes qui étaient un peu plus longues et plus spirales dans les sujets d'Italie, s'expliquent par une différence d'âge; j'ai déjà indiqué, en effet, que les cornes étaient aussi plus courtes et moins recourbées dans les jeunes sujets de Perrier. En présence de ce résultat, j'ai cru devoir maintenir le nom plus ancien de *Bos elatus*, donné par l'abbé Croizet dès 1828. Ce dernier nom n'est, il est vrai, accompagné d'aucune description ni d'aucune figure ; mais M. Pomel l'a reproduit en 1854, et a fait connaître l'espèce, trois ans avant que Falconer l'eut désignée sous le nom de *Bos etruscus* (1857), qui s'est seul répandu, à tort, dans les publications modernes.

Croizet admettait dans son *Bos elatus* une grande et une petite race, que M. Pomel a élevées au rang d'espèces sous les noms de *Bos elatus* et de *Bos elaphus*. Je ne saurais admettre cette distinction, fondée uniquement sur les dimensions de quelques os des membres, qui seraient d'un tiers moindres dans le *Bos elaphus* et un peu plus

grêles. D'après mes observations, la portion de mandibule de la collection Croizet, la seule connue de la petite race, est d'un jeune du *Bos elatus*, encore pourvu de la dentition de lait. Quant aux os des membres, rapportés par Bravard à son *Bos elaphros minus*, un certain nombre, et notamment deux métacarpiens (0,240) et un métatarsien (0,276), sont identiques de taille à ceux du *Bos elaphros magnus*. D'autres, parmi lesquels un radius, un astragale, et une portion de fémur, sont, il est vrai, un peu plus petits, mais restent compris dans les limites des variations individuelles d'âge ou de sexe.

II. — PLIOCÈNE SUPÉRIEUR

Age des alluvions anciennes à *Elephas meridionalis*.

Les sables volcaniques de Malbattu (canton d'Issoire), sont l'unique gisement des Mammifères de cet âge représentés dans la collection Croizet. J'ai compris dans le même chapitre un certain nombre d'espèces des alluvions anciennes d'Auvergne, recueillies par Bravard, et portées dans son catalogue sans aucune indication de localité.

1° Famille des ANTILOPIDÉS

Espèce 1. *Antilope* (*Tragelaphus*) *torticornis*, Aymard.

Pl. VIII, fig. 4 et 5.

Syn. *Antilope torticornis*. Aymard et Dorlhac. *Notice sur le cratère du Coupet* (Ann. Soc. Agr. Scienc. et Arts du Puy, vol. XIX, p. 509, fig. 8, 1854). — Id. Rutimeyer. *Die Rinder der Tertiär-Epoche* (Albhandl, der schweiz palœont. Gesellschaft, vol. IV, 1877, p. 84). — *Antilope arvernensis*, Bravard, coll. Muséum.

Des alluvions anciennes d'Auvergne (coll. Bravard). Des produits volcaniques remaniés du Coupet, près le Puy (M. Aymard). Des tufs volcaniques pleistocènes d'Auvergne (M. Rutimeyer).

Diagnose. — Espèce de taille à peine supérieure à celle du Chamois d'Europe, de formes générales trapues. Chevilles osseuses insérées au-dessus de l'orbite, courtes, prismatiques, munies de deux carènes spirales dont la postérieure est la plus aiguë. Molaires étroites, élevées, à émail épais et lisse, à collet bien marqué, pourvues de très petites colonnettes interlobaires qui ne sont pas constantes. Molaires inférieures portant en avant un large pli transverse d'émail. Représente une forme de transition entre les *Palæoreas* miocènes et les *Tragelaphus* vivants d'Afrique.

Description. — Dans le bassin de la Limagne, je ne connais de l'*An-*

tilope torticornis que deux arrière-molaires et un métacarpien de la collection Bravard. Aussi ai-je dû compléter l'étude de cette espèce par celle des matériaux plus importants venus du volcan du Coupet (Haute-Loire), et qui font également partie des collections du Muséum de Paris.

Une cheville osseuse de corne presque entière (pl. VIII, fig. 4), de cette dernière localité, est prismatique, et contournée en spirale comme celle des *Palæoreas* de Pikermi. La surface, couverte de fines rugosités, porte deux carènes qui naissent l'une en avant, l'autre en arrière de la corne, et suivent une spirale qui ne décrit pas tout à fait un tour complet. La carène postérieure forme, surtout vers la base, une crête très accentuée. La longueur totale de cette cheville est de 0,170, mais elle est légèrement brisée à sa partie supérieure.

Les molaires sont étroites, à fût élevé, à émail épais et lisse. Par la présence d'un collet bien marqué, elles se distinguent de celles des Chèvres, avec lesquelles elles ont certains rapports, surtout dans le développement du pli transverse antérieur d'émail aux molaires inférieures. Les dents provenant d'Auvergne sont identiques de forme à celles du Coupet, mais elles sont dépourvues aux deux mâchoires des toutes petites colonnettes interlobaires qui existent, mais pas constamment sur les molaires de cette dernière localité. Longueur d'une première arrière-molaire supérieure 0,019 ; d'une deuxième arrière-molaire inférieure 0,023.

Un métacarpien (pl. VIII, fig. 5), est court et trapu, à peu près dans les proportions de celui du Chamois d'Europe. Il est élargi en travers et très dilaté, surtout au niveau de son épiphyse inférieure.

		A. torticornis.	Chamois.
Métacarpien.	Long. totale.	0,147	0,134
—	Larg. en haut. . . .	0,038	0,025
—	Larg. en bas.	0,044	0,029
Astragale (du Coupet).	Long. en dehors . . .	0,053	0,030
—	Larg. en bas.	0,034	0,020
Humérus (du Coupet)	Larg. en bas.	0,050	0,030

Rapports et différences. — M. Rutimeyer qui a étudié cette espèce sur des pièces du Coupet qui sont au musée de Bâle, et sur d'autres débris de la Limagne au British Muséum et dans les musées d'Auvergne, rapproche l'*Antilope torticornis*, par la forme et la situation des cornes, plutôt des vrais *Strepsiceros* vivants que des genres *Oreas* et *Tragelaphus*. La dentition, au contraire, paraît fort voisine de ce dernier genre, ainsi que des *Palæoreas* fossiles. « Tout cela, dit le » savant professeur de Bâle, ne laisse guère de doute que l'Antilope » fossile d'Auvergne se rapproche du genre des *Strepsicères*, et cons-

» titue une forme de passage entre les *Palæoreas* miocènes et les *Tra-*
» *gelaphus* vivants d'Afrique. » J'ajouterai que certains caractères de la dentition et la structure passablement celluleuse des cornes, marquent une tendance naturelle vers le groupe des Chèvres.

La place stratigraphique de l'espèce est encore un peu douteuse : je l'ai comprise dans le Pliocène supérieur ou Pleistocène, avec Bravard et M. Rutimeyer, bien que la faune du Coupet, dont elle fait aussi partie, soit certainement un peu plus ancienne, et sans doute contemporaine du Pliocène moyen de Perrier. Les renseignements sur la localité dont elle provient en Auvergne me font entièrement défaut.

2° Famille des CERVIDÉS

Espèce 1. *Cervus* (*Elaphus*) *arvernensis*, Croizet.

Pl. VII, fig. 5-7.

Syn. *Cervus arvernensis*, Croiz., coll. Mus. — *Cervus* (*Axis*) *arvernensis*, P. Gerv. Zool. et pal. fr., p. 141. — *Cervus trigonoceros arvernensis*, Bravard, coll. Mus.
Croiz et Job. *Oss, foss.*, *Cerfs fossiles de Malbattu*, pl. XI, fig 1 et 2, pl. XII et pl. XII *bis*.

Des sables volcaniques de Malbattu, canton d'Issoire.

Diagnose. — Espèce de la taille du *Cervus issiodorensis*, à front large et plat, à bois divergents, dès la base, ronds, sillonnés, pourvus de deux andouillers antérieurs : le premier, tout à fait basilaire, déjeté en bas vers le front, le deuxième, tout à fait supérieur, robuste, formant avec la perche une fourche très ouverte.

Description. — Le *Cervus arvernensis* est facile à distinguer de ses congénères d'Auvergne par l'extrême écartement de ses bois (pl. VII, fig. 5), dont les meules sont déjà distantes de 9 centimètres. Il en résulte que la portion de frontal comprise entre les bois est à peu près plane, au lieu d'être concave, comme dans les espèces à bois rapprochés, tels que les *Cervus ardeus* et *ramosus*. La disposition du premier andouiller est aussi très caratéristique : il est antérieur, épais, tout à fait en contact avec la meule, et l'angle qu'il forme avec la perche dépasse de beaucoup l'angle droit, de sorte qu'il est rabattu en bas dans une direction parallèle au front de l'animal (pl. VII, fig. 6). A partir de leur base, les perches divergent en arrière et en dehors, et s'écartent de plus en plus jusque près de leur extrémité qui revient un peu en dedans. A une hauteur de 40 centimètres au-dessus de la meule, naît un deuxième andouiller, anté-

rieur, grêle et pointu, formant avec le bois un angle très ouvert. La seule perche, un peu complète que j'ai eue entre les mains, était brisée à sa partie supérieure, et ne permettait pas de décrire l'extrémité terminale du bois. Celui-ci est arrondi, et la surface est parcourue dans sa longueur par des sillons réguliers et profonds qui se prolongent aussi sur les andouillers.

La perche droite figurée par Croizet et Jobert (pl. XII bis, fig. 1) et qui fait partie de la collection du Muséum, est boursouflée et irrégulière à la base du deuxième andouiller; elle a subi en ce point une altération accidentelle, car cette dilatation n'existe plus sur les autres figures de Croizet (pl. XII, fig. 1 et pl. XII bis, fig. 2). C'est sans doute le même bois que M. Pomel (Cat. méth., p. 112) considère comme un bois « trop anormal pour caractériser l'espèce. »

La série des molaires supérieures du côté gauche (coll. Croizet), indique un animal de forte taille, supérieure au *Cervus ardeus*. Ces molaires sont remarquables par leur épaisseur, et par les côtes très saillantes de leur muraille externe. Les tubercules interlobaires, petits et bien détachés du fût, sont continus, avec un bourrelet basal très accentué. Les mandibules de la collection Bravard sont plus petites et appartiennent à des sujets plus jeunes. Les plis verticaux internes y sont bien marqués, et les tubercules interlobaires grêles et cylindriques.

Les os des membres sont inconnus, à l'exception d'une extrémité supérieure de Tibia de grande taille.

Mâchoire. Longueur des 6 molaires	0,120
— 3 arrière-molaires. . .	0,077
— 3 prémolaires	0,043
Mandibule. Longueur des 3 arrière-molaires. . . .	0,070
Astragale (d'après Croizet). Longueur.	0,060

Rapports et différences. — Le *Cervus arvernensis* est une des espèces les plus faciles à caractériser par la forme plane du frontal, l'extrême divergence des bois, et la direction proclive de l'andouiller basilaire. Mais les affinités zoologiques de l'espèce sont obscures. Il est difficile d'admettre, ainsi que le fait P. Gervais, son rapprochement avec les *Axis*, qui n'ont de commun avec lui que le nombre des andouillers. Il semble plus naturel d'y voir une espèce à bois très simplifié, à andouiller basilaire unique, de la section des Élaphes, dont les bois présentent avec ceux du *C. arvernensis*, une certaine analogie générale.

Bravard a recueilli en outre dans les alluvions anciennes d'Auvergne, des débris de deux espèces de Cervidés, qu'il a désignées

dans son catalogue sous les noms de *Cervus tarandoïdes* et de *Cervus magnus*. Les bois font défaut d'une manière presque absolue : après un examen attentif des mâchoires et des os des membres, j'ai cru pouvoir les rattacher aux deux formes suivantes :

Espèce 2. *Cervus (Elaphus) Perrieri*, Croizet.

Syn : *Cervus tarandoïdes*, Bravard, coll. Mus.

Espèce déjà étudiée dans le Pliocène de Perrier, et représentée ici par des mâchoires et des os des membres, de formes et de dimensions identiques à celles de la collection Croizet. Si je ne tenais compte de l'indication de Bravard, qui comprend cette espèce dans sa faune éléphantique ou superficielle, je serais tenté de croire que ces débris proviennent également de Perrier ou d'une localité du même âge.

Espèce 3. *Cervus (Dama) somonensis*, G. Cuv.

Pl. VII, fig. 8.

Syn : *Cervus magnus*, Bravard, coll. Mus. — *Cervus dama giganteus*, Laurill. Dict. hist. nat. — *Cervus (platyceros) somonensis*, Pomel, Cat. méth., p. 103. — *Cervus dama cussacus*, F. Robert.

Il n'existe de cette espèce, dans la collection Bravard, qu'un seul fragment de bois (pl. VII, fig. 8), aplati, triangulaire, concave sur une face, et qui répond exactement, sauf les sillons plus marqués de la surface, à la base de l'empaumure du grand Daim des alluvions quaternaires de la Somme. La même espèce existe à Solilhac, près du Puy, dans un terrain d'alluvion généralement considéré comme pliocène supérieur. Il ne m'a pas semblé possible de distinguer la forme pliocène de la forme quaternaire de la Somme.

Les mâchoires et les os des membres, dénotent un animal de forte taille, supérieure de plus d'un tiers au Daim actuel. Les principales de ces dimensions sont les suivantes :

Mâchoire. Longueur des 6 molaires.	0,115
— 3 arrière-molaires . .	0,068
Mandibule. Longueur des 6 molaires.	0,135
— 3 arrière-molaires . .	0,082
Humérus. Largeur en bas	0,061
Métacarpien. Longueur totale.	0,315
Tibia. Largeur en bas.	0,060
Astragale. Longueur	0,072
Largeur en bas	0,046

Nota. — L'âge géologique des deux dernières espèces de Cerfs est incertain, en l'absence de toute indication de localité. Je les range ici à la suite des espèces pliocènes, sans préjuger leur classement définitif dans l'une ou l'autre des faunes de cette période.

II. — QUATERNAIRE

OU ALLUVIONS ANCIENNES PROPREMENT DITES

Cette faune, beaucoup mieux connue que les précédentes, est très riche en Auvergne, et ses principaux gisements sont : Coudes, Neschers, tour de Boulade, Gergovia, Parentignac, etc. Elle est désignée par Bravard, sous le nom de faune des atterrissements superficiels ou faune *éléphantique*.

J'ai reconnu parmi les Ruminants, les espèces suivantes, qui sont très connues, et que je me borne à énumérer :

1° Le Renne (*Cervus tarandus*, L.) ou *Cervus Guettardi*, Pomel, dont Bravard avait fait trois espèces : *C. parentignacus*, *rangiceros* et *tarandoïdes*, part. (de Neschers).

2° Le Cerf commun (*C. elaphus*, L.), des brèches de Coudes, que Bravard avait distingué sous le nom de *Cervus elaphoceros*. Le *Cervus gergovianus* de Croizet, de la montagne de Gergovia, ne peut pas en être séparé.

3° Le *Bison priscus*, Schl. ou Aurochs, représenté seulement par quelques molaires, dont Bravard avait fait son *Bos pardinensis*.

Explication des figures.

Planche V, au huitième de gr. nat.

Fig. 1-2. *Cervus ardeus*, Croizet. — 1. Bois. — 2. Portion de crâne (coll. Croizet).

Fig. 3-8. *Cervus ramosus*, Croizet. — 3. Bois de jeune âge (*C. Croizeti*. coll. Croiz.). — 4. Bois plus âgé (*C. Croizeti*, coll. Croizet). — 5. id, (*C. platuceros*, coll. Bravard). — 6. Bois adulte (*C. Croizeti*, coll. Croiz.). — 7. Id. (*C. platuceros*, coll. Brav.). — 8. Bois très vieux (*C. cladocerus*, coll. Croiz.).

Planche VI, au huitième de gr. nat.

Fig. 1-2. *Cervus borbonicus*, Depéret ex Croiz. — 1. Bois (*C. borbonicus*, coll. Croiz.). — 2. Bois (*C. cylindroceros*, coll. Bravard).

Fig. 3-4. *Cervus pardinensis*, Croiz. — 3. Bois (*C. pardinensis*, coll. Croiz.). — 4. Base de bois (*C. Cros-Rolandi*, coll. Brav.).

Fig. 5. *Cervus Etueriarum*, Croizet. — Bois (coll. Croizet).

Fig. 6. *Cervus issiodorensis*, Croizet. — Bois (coll. Croizet).

Fig. 7. *Cervus Perrieri*, Croizet. — Bois adulte (coll. Croizet).

Planche VII. Les figures 1-4, au quart; les figures 5-8, au huitième de gr. nat.

Fig. 1-2. *Cervus cusanus*, Croizet. — 1. Bois jeune (*C. dichroceros*, coll. Bravard). — 2. Bois adulte (*C. Cusanus*, coll. Croizet).

Fig. 3. *Cervus neschersensis*, Depéret ex Croizet. — Bois (coll. Croizet).

Fig. 4. *Cervus buladensis*, Depéret ex Croizet. — Crâne et portion de bois (*C. microceros*, coll. Bravard).

Fig. 5-7. *Cervus arvernensis*, Croizet. — 5. Portion de crâne (coll. Croizet). — 6. Base de bois (coll. Croizet). — 7. Base de bois (*C. Trigonoceros arvernensis*, coll. Bravard).

Fig. 8. *Cervus* (*Dama*) *somonensis*, G. Cuv. — Portion de la base de l'empaumure (*C. magnus*, coll. Bravard).

Planche VIII. Les figures 1-3 de gr. nat; les figures 4-5 à demi-grandeur.

Fig. 1-2. Crâne et portions de chevilles des cornes (coll. Muséum, M. Barissa). *Gazella borbonica*, Depéret ex Bravard. — 2. Maxillaire supérieur de jeune âge)coll. Bravard).

Fig. 3. Moitié droite de maxillaire supérieur d'*Antilope ardea*, Depéret ex Croizet.

Fig. 4-5, *Antilope* (*Tragelaphus*) *torticornis*, Aymard. — 4. Cheville de corne (du Coupet, Haute-Loire, coll. Mus.). — 5. Métacarpien (d'Auvergne, coll. Bravard).

Note sur les **roches éruptives** *de l'***île de Jersey,**

par M. **A. de Lapparent.**

L'île de Jersey ne paraît pas avoir attiré jusqu'ici, autant qu'elle le mérite, l'attention des géologues. Ce n'est pas que les explorateurs aient absolument fait défaut; mais leurs travaux sont demeurés sans lien et, la plupart du temps, chaque nouveau venu semble avoir ignoré les recherches de ses devanciers. Le premier en date, parmi ceux qui ont étudié Jersey au point de vue géologique, est Macculloch. Dans un travail daté de 1817, cet auteur mentionne la superposition du schiste à la syénite, ainsi que l'existence d'un poudingue ou d'une *brèche argileuse* formant la pointe nord-est de l'île et dans le voisinage de laquelle il indique un *porphyre pétrosiliceux* (*hornstone porphyry*). La même année, Plees fait connaître, dans une description générale de Jersey, un travail de König, signalant l'existence d'un porphyre argileux joint à une roche amygdaloïde. Cependant la Carte géologique de France, publiée en 1840, se borne à représenter l'île comme divisée, par une ligne nord-sud, en deux parties à peu près égales, dont l'une est formée de terrain de transition, tandis que l'autre est constituée par une roche granitique.

En 1851, M. Transon, alors ingénieur des mines, a publié, dans les *Annales des Mines* (1), une bonne description géologique de l'île, avec

(1) 4e série, XX, p. 501.

carte à l'appui. L'auteur signale trois massifs de granite syénitique, au milieu desquels se trouve un terrain de schiste argileux et de grauwacke, dont les couches sont dirigées N. 29° E. Il reconnaît deux épanchements porphyriques, s'étendant, l'un de Fremont-Point à Bouley-Bay, l'autre autour de la pointe de Montorgueil et reliés par une bande d'une roche de couleur variable, qu'il qualifie de *grès*, bien qu'il reconnaisse sa structure rubanée et, par endroits, ses remarquables séparations *prismatiques*. Enfin M. Transon marque, à l'ouest de Saint-Hélier, un affleurement de ce qu'il appelle des *porphyres argileux amygdaloides*, qu'il considère comme du schiste ancien, métamorphosé par le contact de la syénite.

Le travail de M. Transon, écrit avec soin, est d'ailleurs rempli d'observations intéressantes et consciencieuses.

En 1862, MM. Ansted et Latham ont publié sous le titre : « *The Channel Islands* », un livre où M. Ansted a donné une coupe de Jersey mais sans mentionner le travail de M. Transon. Dans cette coupe, dirigée de l'ouest à l'est, la masse principale de l'île est représentée comme composée de schistes, souvent durcis, disloqués par la syénite. La pointe orientale laisse apercevoir, reposant sur cet ensemble, ce que M. Ansted a nommé un *conglomérat ancien* (*old conglomerate*), entremêlé de *schistes pétrosiliceux* (*hornstone schist*), lesquels supportent un conglomérat plus récent, à cailloux variés et à pâte rougeâtre, où l'auteur n'est pas éloigné de voir un dépôt permien ou triasique.

Ainsi ce travail, fort en retard sur l'œuvre de M. Transon, semble ignorer absolument les roches porphyriques dont Macculloch avait reconnu l'existence dès 1817.

En 1878, M. J. A. Birds publiait, dans le *Geological Magazine*, une note où il n'est fait aucune mention de l'étude de M. Transon, mais où la position des trois masses principales de granite amphibolique (syénite) est bien indiquée. En même temps, l'auteur signale, là où M. Ansted avait parlé de schistes pétrosiliceux, des roches porphyriques à pâte felsitique. En 1879, ces roches porphyriques ont été l'objet d'une étude sommaire de M. Thos. Davies (1). Sur des échantillons envoyés par M. Dunlop, ce savant a reconnu et décrit, sous le nom de *rhyolites anciennes*, des porphyres pétrosiliceux, où les structures perlitique et sphérolithique étaient remarquablement développées. L'auteur signale la dimension des globules, capables d'acquérir jusqu'à deux pouces de diamètre et mentionne, d'après M. Dunlop, la présence du porphyre en fragments dans le conglomérat le plus récent de la pointe nord-est de l'île.

(1) *Mineralogical Magazine*, 1879, n° 14.

L'année dernière, M. l'abbé Noury m'ayant adressé, de Jersey, des échantillons de ces « rhyolites », je fus frappé d'y reconnaître un porphyre pétrosiliceux brun-chocolat, identique avec ceux du Permien des Vosges et de l'Esterel, ainsi qu'une pyroméride des mieux caractérisées. Comme précédemment j'avais reçu de M. l'abbé de Joannis, avec des diorites anciennes et des diabases de Jersey, un morceau bien franc de porphyre labradorique amygdaloïde, rappelant également les types des Vosges, je soupçonnais qu'il devait exister, dans l'île, un massif éruptif de l'époque permienne, auquel serait subordonné le conglomérat le plus récent de M. Ansted. J'engageai donc M. Noury à réunir le plus possible d'échantillons. A l'entrée de l'hiver dernier, mon savant correspondant me remettait toute une collection de roches parfaitement choisies, qui confirmait nos déductions et nous faisait connaître, en même temps, le plus beau type de pyroméride qui ait jamais été rencontré. Ces roches, jointes à celles que m'avait précédemment envoyées M. de Joannis, ont été vues par plusieurs pétrographes compétents, notamment par M. Michel-Lévy, qui a bien voulu en faire tailler quelques plaques et me communiquer ses appréciations, dont je crois devoir faire profiter notre *Bulletin*, en y joignant les observations que j'ai provoquées de la part de M. Noury.

La roche stratifiée la plus ancienne de l'île est une grauwacke schisteuse, souvent très dure et dont M. Transon a reconnu l'analogie avec les phyllades cambriens de Granville en Cotentin. Ce terrain, qui occupe la partie centrale de Jersey, est entouré par trois massifs d'une roche granitique que les auteurs ont qualifiée de *syénite*. Cette roche, formée de feldspath rougeâtre, de quartz vitreux et de mica verdâtre en partie décomposé, devient souvent porphyroïde par le développement de grands cristaux d'orthose. Aucun des échantillons que nous avons vus ne nous a offert d'amphibole nette ; on peut constater la grande ressemblance de ce granite avec celui de Flamanville, près de Cherbourg.

Un fait remarquable est la tendance du quartz à prendre l'apparence granulitiqne. Il en résulte des massifs ou filons d'une granulite à mica très noir et assez rare, fort différente d'ailleurs des granulites du Plateau central et dont l'affleurement le plus net est celui qu'on observe, auprès du Mont-Mado, sous la forme d'une bande de 200 à 300 mètres de l'est à l'ouest et de 2 kilomètres du nord au sud. Cette bande est accompagnée de filons quartzeux, avec molybdène sulfuré, qui conduisent à la faire considérer comme un accident pegmatoïde.

La même tendance s'observe au sud-est, dans le massif de la baie

de Sainte-Brelade, où la granulite tourne parfois au porphyre quartzifère microgranulitique. Il en est de même dans le massif du sud-ouest, remarquable aussi par le développement que prend, dans la baie de Saint-Clément, une belle diorite à feldspath blanc et à amphibole verte, que traversent des veines de diabase foncée et compacte.

A Elisabeth Castle, tout le rocher est formé par une diabase granitoïde d'un très beau grain, soudée à un granite rose dont elle empâte des fragments anguleux.

Mais le principal intérêt de l'île réside dans la bande qui s'étend, au nord-est, depuis la baie de Granville jusqu'au Havre-Giffard et à la baie de Bonne-Nuit. Toute cette bande est constituée de roches porphyriques, où domine un porphyre pétrosiliceux brun-chocolat, à texture fluidale souvent bien marquée et, parfois, à séparations prismatiques comme celles des porphyres pétrosiliceux des Vosges ou de la Creuse. M. Michel-Lévy reconnaît la grande ressemblance de ces porphyres avec les eurites de Sincey et de Bourganeuf, mais surtout avec les porphyres pétrosiliceux de la forêt de Perseigne, près d'Alençon et ceux de la Sarthe. On y remarque la présence d'une matière secondaire de décomposition, analogue à la *Blaviérite*, étudiée en Bretagne, par MM. Jannettaz et Munier-Chalmas.

Outre la teinte brune, le porphyre peut offrir avec une grande compacité et un grain indiscernable, des couleurs diverses, jaune-clair, verdâtre, grisâtre, etc., rappelant les teintes variables des porphyres et des tufs de l'Odenwald.

Sur sa limite septentrionale, depuis la tour d'Archirondel jusqu'à l'Étaquerel, la bande porphyrique change de caractères ; sans cesser d'être d'un brun foncé, elle devient très compacte, très dure et est parsemée de petites veines blanches de calcédoine. En examinant la roche avec attention, on reconnaît que la calcédoine tapisse des fissures perlitiques, isolant parfois des noyaux sphériques. Mais ce caractère devient surtout tranché au nord, près de Bouley-Bay. En ce point, c'est une vraie *pyroméride* qui se développe, avec des noyaux très nets, ayant en moyenne un à deux centimètres de diamètre, mais dont quelques-uns atteignent $0^{m}25$. Sur tous, on observe une très belle division en couches ou écailles concentriques de un à deux centimètres d'épaisseur ou moins, séparées par des filets de calcédoine.

Les plus gros noyaux sont vides à l'intérieur et la cavité centrale est occupée, non seulement par de la calcédoine, mais par du quartz en cristaux pyramidés très nets, quoique jaunâtres et non limpides.

On peut dire que ce type de pyroméride dépasse en netteté et en

dimensions tout ce qui a été décrit jusqu'ici. Il est remarquable qu'il ait échappé aussi longtemps à l'attention, n'étant connu scientifiquement que depuis la description de M. Davies, faite sur des échantillons qui, d'ailleurs, étaient loin d'en représenter les plus belles variétés. Nous ne croyons même pas faire un jugement téméraire en supposant que c'est cette roche qui, vu la compacité et la forme arrondie de ses parties, a dû être qualifiée par M. Ansted d'*ancien conglomérat.* Car cet *old conglomerate* est indiqué juste aux points où affleure la pyroméride, laquelle n'est pas mentionnée dans le travail en question.

Dans les environs du Havre-Giffard, la pyroméride est bréchiforme et prend les allures d'une argilolite.

Cette roche est recouverte par un conglomérat qui forme la pointe nord-est de l'île et où des cailloux roulés ou anguleux sont pris dans un ciment rougeâtre, souvent rubané en fines veinules. La granulite figure parmi les cailloux de ce conglomérat, où l'on rencontre aussi d'incontestables fragments de porphyre pétrosiliceux. Si certains échantillons du conglomérat semblent indiquer une roche sédimentaire, d'autres plaident pour un tuf et la teinte générale est d'accord avec celle des argilolites du Permien des Vosges. Aussi admettons-nous l'attribution, faite depuis longtemps avec doute, de ce conglomérat au *nouveau grès rouge.* Et nous étendons cette détermination d'âge au massif ou plutôt à la bande de porphyre et de pyroméride, tant à cause de sa relation avec le conglomérat qu'en vertu de sa constitution pétrographique, si bien d'accord avec les caractères que M. Michel-Lévy a indiqués comme essentiels dans les épanchements permiens.

Il existe encore à Jersey d'autres roches fort intéressantes. De ce nombre sont les eurites à teinte foncée de la baie de Bonne-Nuit et les mélaphyres amygdaloïdes de Saint-Hélier. Ces derniers, à pâte brune, avec grands cristaux feldspathiques d'un blanc verdâtre, rappellent beaucoup certains porphyres labradoriques des Vosges ; mais ils se font remarquer par l'abondance des amandes remplies de calcite spathique. M. Transon avait considéré ces roches, nommées par lui *porphyres argileux*, comme le produit du métamorphisme des phyllades cambriens au contact de la syénite. Mais nous ne pensons pas que cette manière de voir puisse être soutenue et, à défaut d'observations plus précises, nous inclinerions à voir dans ces roches mélaphyriques un épanchement basique de la même époque d'éruption que les porphyres.

En résumé, l'ile de Jersey nous offre, dans le voisinage immédiat du Cotentin, un massif éruptif du plus haut intérêt, riche en types

vraiment exceptionnels et dont il semble que le classement chronologique puisse se faire, sans doute possible, dans la série permienne (du moins en ce qui concerne les roches porphyriques), par l'application des principes de classification pétrographique posés par M. Michel-Lévy.

M. E. Fallot fait la communication suivante :

Note sur un **gisement crétacé fossilifère** *des environs de la* **gare d'Èze** (**Alpes-Maritimes**),

par M. **E. Fallot**.

Pl. IX

Notre confrère, M. Bréon, a envoyé l'an dernier à la Sorbonne, une collection de fossiles, recueillis par lui aux environs de la gare d'Eze (Alpes-Maritimes). Un premier examen nous a fait immédiatement rapporter ces coquilles à l'étage albien. En effet, la présence des espèces suivantes :

Ammonites Beudanti ? Brongn.
Natica gaultina, d'Orb.
Plicatula radiola, Lamk.
Terebratula dutempleana, d'Orb.
Discoidea conica, Desor.

était bien suffisante pour justifier une semblable opinion. Mais au milieu de ces formes si caractéristiques, nous en avons remarqué un certain nombre qui paraissaient nouvelles, ou appartenir à des couches inférieures.

C'est à l'étude de cette petite faune intéressante que nous consacrons cette note; mais avant d'arriver à la partie paléontologique, nous donnerons quelques détails sur la position du gisement découvert par M. Bréon. Un voyage que nous avons fait dans le Midi, cet automne, nous a permis d'étudier les environs de Nice et de recueillir, nous-même, la plupart des espèces rencontrées par notre confrère.

Lorsque l'on suit la côte de la Méditerranée, entre Nice et Menton, on remarque qu'elle est bordée en général par une chaîne de rochers pittoresques, d'une altitude qui ne dépasse pas six cents mètres, et formés d'un calcaire très compact, d'un blanc grisâtre, dont il est assez difficile d'apprécier l'inclinaison et l'âge relatif. Élie de Beaumont et Dufrénoy (1) avaient considéré ces calcaires comme appartenant au *grès vert inférieur*, c'est-à-dire au Néocomien. De la

(1) Carte géologique de la France.

Bèche (1) dit que, d'après E. de Beaumont, ces calcaires et les dolomies qu'il place dans le même ensemble, constituent la partie inférieure de la formation du *Grès vert* ou la partie supérieure du *système oolitique*. La présence de quelques Polypiers dans ces calcaires, au Saint-Hospice, détermina plus tard M. de Tchihatchef (2) à exprimer l'opinion qu'on pourrait peut-être les rapporter au Coral-rag. Depuis, on a trouvé, dans ces calcaires si pauvres en fossiles, quelques débris qui ont engagé Coquand (3) à les rattacher aux Calcaires à *Diceras Lucii*, c'est-à-dire à la partie supérieure du terrain jurassique. M. Caméré, dans sa carte géologique (4), les a placés dans la série jurassique, sans aucune désignation de zone. Enfin, M. Potier (5) range « les calcaires blancs, stratifiés supérieurement, de Menton », parmi les calcaires à *Terebratula moravica* de Nice.

Ces couches jurassiques ne sont souvent recouvertes d'aucun dépôt sur le littoral, mais dans certains points, aux environs de Beaulieu et d'Eze, elles sont surmontées de formations plus récentes.

Reynès (6) a donné une coupe des environs d'Eze, mais il n'en indique malheureusement pas la direction. Elle semble cependant être orientée du nord au sud. Il y aurait, de cette façon, au nord du village, un petit lambeau crétacé, comprenant le Néocomien, le Gault, le Cénomanien, puis au sud, vers la mer, un autre, formé par le Néocomien, surmonté par la craie de Rouen et les couches à *Ostrea columba*. Nous ne dirons rien du premier de ces lambeaux que nous n'avons pas étudié ; quant au second, il ne nous semble pas exactement décrit.

En effet, lorsqu'on suit, par la route de Nice à Monaco, le pied méridional de la falaise jurassique dont nous avons parlé plus haut, on arrive à deux cents mètres environ à l'est de la gare d'Eze, près du

(1) On the Geology of the environs of Nice. (*Transactions of the Soc. Geol. of London*, 2me série, t. III, 1829, p. 171.)

(2) Observations géologiques sur Nice et ses environs. (Un Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples, in-8, 1842, p. 181.)

(3) Coquand. Sur le Klippenkalk des départements du Var et des Alpes-Maritimes. (*Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XXVIII, p. 208, 1871.)

— Observations sur les Calcaires blancs jurassiques du midi de la France. (*Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. V, p. 813, 1877.)

(4) Caméré. Carte géologique d'un portion du département des Alpes-Maritimes. (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3 série, t. V, p. 803, pl. XV, 1877.)

(5) Potier. Notice explicative des feuilles 213 *bis* et 225 *bis* (Saorge et Pont-Saint-Louis).

(6) Reynès. *Étude sur le synchronisme et la délimitation des terrains crétacés du Sud-Est de la France*, Paris, 1861.

pont du chemin de fer, à un petit ravin orienté du sud au nord et au fond duquel se trouve le gisement en question.

Au pied des rochers jurassiques, on voit des couches verticales formées de calcaire blanc très compact, ne présentant aucune trace de fossile et qu'il nous semble difficile, en l'état actuel de nos connaissances, de rapporter d'une façon bien certaine à la formation néocomienne. En effet, cet étage qui est en général très réduit dans les Alpes-Maritimes, est formé ordinairement de marnes et de calcaires grisâtres alternant ensemble; cet aspect fait défaut ici. Du reste, la végétation et les éboulis empêchent d'étudier suffisamment ce point.

Quoi qu'il en soit, on remarque, immédiatement appliqué contre ces couches de calcaire blanc, et en stratification concordante, un lit mince, formé d'une sorte de calcaire blanc, plus ou moins friable, rempli de glauconie et de débris de calcaire siliceux. Cette couche, épaisse de vingt centimètres environ, est pétrie de fossiles, assez fragiles, mais généralement en bon état de conservation. C'est d'elle, que proviennent les espèces recueillies par M. Bréon et par moi. En voici la liste :

Nautilus.
Ammonites Beudanti? Brongn.
— cf. *milletianus*, d'Orb. (1).
— *charrierianus*, d'Orb.
— sp.
Belemnites semicanaliculatus, Blainville.
Solarium cf. *tingryanum*, Pict.
Natica gaultina, d'Orb.
Avellana lacryma, d'Orb. (2).
Opis glareosa, de Lor.
Cardita, sp.
Janira.
Plicatula radiola, Lamk.
Terebratula dutempleana, d'Orb.
— *sulcifera*, Morris.
Rhynchonella sulcata, Sow.
Trigonosemus, sp.
Cidaris, sp. (baguette).
Discoidea conica, Desor.
Trochocyathus.

Lorsque l'on examine cette faune, on voit que la plupart des espèces appartiennent à l'étage albien. Une seule, *Terebratula sulcifera*, Morris, monte à un niveau supérieur; en effet, M. Davidson la cite dans le *Lower Chalk* des Anglais (3). La *Plicatula radiola* se trouve à la fois dans l'Aptien et le Gault. C'est ainsi que M. Leenhardt (4) la cite

(1) L'espèce que nous avons sous les yeux, ne diffère de *l'Ammonites milletianus*, d'Orb. type, que par son dos plus arrondi. Elle est en quelque sorte intermédiaire entre l'*A. milletianus*, d'Orb. et l'*A. crassicostatus*, d'Orb., espèce de l'Aptien de Gargas. L'espèce d'Eze est identique à celle que l'on trouve à Clansayes (Drôme), dans les couches du Gault.

(2) L'échantillon que nous possédons est tout à fait conforme à une des variétés figurées dans *de Loriol. Études sur la faune du Gault de Cosne* (Mém. Soc. paléontol. suisse, vol. IX, 1882, pl. V, fig. 3.)

(3) *Palæontographical Soc.*, vol. VIII, p. 64, pl. VII, 1854.

(4) *Étude géol. sur le Mont-Ventoux*, p. 95, 1882.

comme très commune dans les marnes aptiennes à *Am. Dufrenoyi*, c'est-à-dire dans l'Aptien supérieur. Quant au *Belemnites semicanaliculatus*, si caractéristique de l'étage aptien, nous l'avons trouvé nous-même dans des couches glauconieuses, à Jabron (Var), sur la route de Castellane à Draguignan, avec la faune spéciale au Gault; voici quelques-unes des espèces qui l'accompagnaient dans cette localité qui semble n'avoir pas été étudiée jusqu'à présent (1) :

Ammonites Deluci, Brongn.
— *Lyelli*, Leymerie.
— *nodosocostatus*, d'Orb., var.
— *latidorsatus*, Michelin.
— *tardefurcatus*, Leymerie.
— *Delaruei*, d'Orb.
Turrilites catenatus, d'Orb.
Natica gaultina, d'Orb.
Inoceramus concentricus, Parkinson.
Terebratula dutempleana, d'Orb.
Echinoconus castanea, d'Orb.

Là, le Gault repose sur des calcaires appartenant au Néocomien supérieur. Le même fait se présente fréquemment dans cette région, notamment à Escragnolles, où le Gault repose directement sur le Néocomien à *Am. difficilis* et *Am. charrierianus* (2).

L'*Ammonites charrierianus* que nous venons de citer dans les couches qui constituent le *Barrémien* de Coquand, est assezabondant dans la zone d'Eze dont nous parlons, et l'on est étonné de le voir associée avec des espèces si éminemment caractéristiques du Gault. Cependant, c'est bien avec la *Terebratula dutempleana* et la *Discoidea conica* qu'elle se trouve en abondance et non dans les calcaires blancs compacts placés au-dessous, et qu'on aurait pu à la rigueur rapporter au Barrémien. On trouvera plus loin des détails sur cette espèce (voir pl. IX), qui n'a pas été figurée par d'Orbigny dans la *Paléontologie française*.

Avec toutes ces espèces, se trouve un certain nombre de formes nouvelles que nous décrirons plus loin ; la plus abondante est un *Crioceras* que je me fais un plaisir de dédier à mon savant maître, M. Hébert.

On trouvera plus loin la description des espèces nouvelles les plus remarquables de cette zone :

Crioceras Heberti, n. sp.
Trochus Chalmasi, n. sp.
Pleurotomaria Bergeroni, n. sp.
Turbo Kiliani, n. sp.
Crassatella Breoni, n. sp.
Rhynchonella Vasseuri, n. sp.

Cette couche, dont je viens de décrire la faune, semble donc, par ses caractères minéralogiques et paléontologiques, se rapporter plu-

(1) M. Panescorse, cite cependant Jabron, parmi les localités où on trouve du phosphate de chaux. (*Étude sur les phosphates de chaux et coprolithes fossiles du Var*, Draguignan, 1872.)

(2) Hébert. Réunion à Nice. (*Bull. Soc. Géol. de France*, t. V, p. 799. 1877.)

tôt à l'étage albien, qu'à des couches plus inférieures, bien qu'elle ait avec elles de nombreuses affinités. C'est donc une zone de passage que nous plaçons à la base du Gault, dans l'état actuel de nos connaissances. De nouvelles recherches viendront, je l'espère, jeter une lumière complète sur ce point délicat.

Au-dessus de cette zone inférieure à *Discoidea conica*, *Terebratula dutempleana*, etc., se trouve une nouvelle couche glauconieuse, épaisse de 10 centimètres environ, et formée de débris de fossiles, de petits cailloux roulés, et de nodules phosphatés. C'est bien là, minéralogiquement parlant, le Gault typique. Du reste, parmi les quelques fossiles informes que nous en avons pu retirer, nous avons reconnu l'*Holaster Perezii*, Sismonda, caractéristique de l'étage albien.

Cette zone supérieure est recouverte par des marnes grises sans fossiles, qui occupent tout le ravin, jusqu'à la route et au chemin de fer, qui, en ce point, longent de très près la mer. Ces marnes rappellent bien, comme faciès, les marnes cénomaniennes de la région, qui, comme nous l'avons pu observer, renferment en abondance, au Pont de Peille et à Saint-Laurent près l'Escarène, l'*Holaster subglobosus*.

Du reste nous avons trouvé à peu de distance du point que nous venons d'étudier, à Rompe-Talon, près du Saint-Hospice, des couches glauconieuses à *Ostrea columba*.

La succession des couches dans le ravin d'Eze est donc celle-ci, de bas en haut :

1° Calcaire blanc compact sans fossiles.
2° Calcaire friable, rempli de glauconie, très fossilifère, avec *Discoïdea conica*, *Plicatula radiola*, etc., etc., et faune nouvelle 0m20
3° Couche glauconieuse, formée de coquilles brisées ou roulées et de nodules phosphatés, avec *Holaster Perezii*. 0.10
4° Marnes grises (Cénomanien).

DESCRIPTION DES ESPÈCES

Ammonites (*Haploceras*) *charrierianus*, d'Orb.

Pl. IX, fig. 1 *a*, *b*, *c*.

Syn. : 1846. — *Ammonites charrierianus*, d'Orb. — Paléontologie française, terrains crétacés t. I, p, 618.
1847. — *Ammonites Parandieri*, Quenstedt. — Ceph., pl. XVII, fig. 7, p. 219.
1850. — *Ammonites charrierianus*, d'Orbigny. — Prodrome, p. 99.
1859. — *Ammonites charrierianus*, Pictet. — Fossiles de Sainte-Croix, p. 359.

1872. — *Ammonites charrierianus*, Tietze. — Geologische und palæontologische Mittheilungen aus dem südlichen Theil des Banatergebirgsstockes (Swinitza). (Jahrb. der K. K. geologischen Reichsanstalt, t. XXII, p. 134.)

1883. — *Haploceras charrierianum*, Uhlig. — Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer Schichten (Abd. aus dem XLVI Bande der Denkschriften der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften von Wien, p. 231 (107)).

L'espèce que nous figurons Pl. IX, fig. 1 *a*, *b*, *c*, n'est pas nouvelle, mais elle n'a jamais été figurée ni décrite d'une façon satisfaisante. D'Orbigny (1) cite parmi les Ammonites du Néocomien, l'*Am. charrierianus*, avec cette note : « Cette espèce ressemble beaucoup à *A. Parandieri;* c'est même avec elle que je l'avais confondue, lorsque j'ai cité (p. 129), l'*Am. Parandieri* aux environs de Castellane, citation que j'ai rectifiée p. 276. L'une, l'*Am. charrierianus*, est propre aux terrains néocomiens, tandis que l'autre se trouve seulement dans le Gault. » Plus tard, dans le Prodrome, le même auteur donne comme synonymie de cette espèce : *Am. Parandieri*, Quenstedt. L'auteur allemand a en effet figuré (Ceph., pl. XVII, fig. 7) un petit échantillon du Néocomien de Provence auquel il donne le nom de *Am. Parandieri*. C'est à cette figure que d'Orbigny renvoie pour l'*Am. charrierianus ;* mais la figure de Quenstedt ne semble pas très exacte et de plus, il ne figure pas le dos.

Les auteurs qui ont parlé de cette espèce, depuis les travaux que je viens de citer, se sont tous reportés à l'*Am. Parandieri* de Quenstedt. C'est ainsi que Pictet cite l'*Am. charrierianus* (*loc. cit.*), en disant qu'il ressemble à l'*Am. Parandieri*, mais qu'il est aplati sur les côtés, que son ombilic est bordé d'une carène et qu'il a les sillons moins profonds.

M. Tietze cite ce fossile dans les couches de Swinitza, qu'il rapporte à l'Aptien, et il figure dans la pl. IX de son mémoire, sous le nom d'*A. charrieranus*, une espèce qui s'éloigne beaucoup de celle de d'Orbigny et de l'espèce d'Eze. En effet, les sillons de l'espèce de d'Orbigny font un coude prononcé en avant, et de plus, l'ombilic est plus profond que dans l'*A. charrieranus*, Tietze.

M. Uhlig (*loc. cit.*, pl. XV, fig. 5; pl. XVI, fig. 5, 6, 7; pl. XVII, fig. 11, 14) a figuré plusieurs échantillons qu'il rapporte à l'*Am. charrierianus*, mais ces figures représentent des exemplaires si mal conservés qu'on ne peut guère se prononcer à leur égard ; néanmoins leurs caractères s'éloignent assez de l'espèce type, pour empêcher tout rapprochement avec l'espèce de d'Orbigny.

(1) *Paléont. franç.*, p. 618.

Grâce à la bienveillance de M. Fischer, nous avons pu contrôler, sur les types de la collection d'Orbigny, les échantillons recueillis par M. Bréon et par nous. Ceux de la collection d'Orbigny sont classés dans l'Urgonien, c'est-à-dire dans le Barrémien de Coquand, et proviennent de Saint-Martin (Var). Ils sont conformes à ceux que nous avons trouvés à Eze.

En voici la description :

Dimensions :	— Diamètre.	37 mill.
—	— Largeur du dernier tour.	19 mill.
—	— Épaisseur.	10 mill.

Coquille discoïdale assez comprimée, à pourtour arrondi ; les flancs sont aplatis, ornés de sillons au nombre de 10 environ (1). Ces sillons qui s'élargissent légèrement vers la périphérie, passent sur le dos où ils forment une très légère convexité en avant. Lorsqu'on les examine sur les flancs de l'Ammonite, on voit qu'à partir de l'ombilic, ils s'infléchissent en avant, jusque vers le milieu du tour de spire, puis font un coude en arrière pour aboutir directement au dos. Quelquefois on aperçoit, entre les sillons, de légères ondulations parallèles à leur direction.

Ombilic profond, hélicoïde, coupé carrément à son pourtour.

Bouche allongée, de forme presque ovalaire.

Cloisons mal conservées.

Rapports et différences. — Nous avons suffisamment indiqué dans l'historique les rapports de l'*Am. charrierianus*, d'Orb., avec les espèces qui lui ont été assimilées. Elle diffère de l'*Am. Parandieri* (2) parce qu'elle n'a pas de côte obtuse saillante entre chaque double sillon, et parce qu'elle est moins globuleuse.

Elle se distingue de l'*Am. Celestini*, Pict. et Camp., par la direction des sillons qui sont plus coudés en avant et qui passent sur le dos ; de plus, celui-ci est lisse dans l'espèce de Pictet. C'est aussi surtout cette disposition anguleuse des sillons qui le différencie de l'*Am. Tachtaliæ*, Tietze. Enfin l'*Am. Beudanti* a des sillons plus fins et beaucoup plus rapprochés; de plus il a le dos lisse et la bouche plus triangulaire.

Collection de la Sorbonne.

(1) Les échantillons qui proviennent du Néocomien supérieur ont souvent un ou deux sillons de plus et sont un peu plus renflés que ceux d'Eze, mais ce caractère n'est pas constant.

(2) *Paléont. franç.*, pl. XXVIII, p. 129.

Crioceras Heberti, E. Fall.

Pl. IX, fig. 2 *a*, *b*, *c*.

Dimensions : — Diamètre . . . . 35 mill.
— — Épaisseur. . . . . 15 mill.
— — Largeur du dernier tour . . . . 16 mill.

Coquille comprimée, ornée par tour d'environ 30 côtes droites ou légèrement obliques en avant. Ces côtes, qui ne descendent pas jusqu'au tour de spire contigu, du moins quand il s'agit du dernier, sont munies chacune de trois tubercules : un vers l'ombilic, un second vers le bord externe et le troisième sur le dos; ces tubercules sont généralement pointus, surtout sur les tours intérieurs de la spire. Les dernières côtes n'ont que des tubercules très émoussés et à peine marqués;parmi ces dernières, il s'en présente quelques-unes qui sont complètement lisses, et s'arrêtent vers le tiers interne du tour de spire. Ces côtes supplémentaires, peu nombreuses, sont placées à la fin du dernier tour et toujours entre deux côtes tuberculeuses.

Dos carré, presque lisse au milieu, les tubercules dorsaux n'étant unis que par des côtes atténuées à leur milieu; les côtes supplémentaires, par contre, passent entièrement sur le dos.

Spire composée de tours à peine détachés, d'aspect un peu quadrangulaires ou mieux pentagonaux.

Bouche subcirculaire ou légèrement pentagonale.

Cloisons invisibles.

Rapports et différences. — Cette espèce s'éloigne en général beaucoup de toutes celles qui ont été décrites par les auteurs. Cependant M. Uhlig a décrit sous le nom de *Crioceras Hoheneggeri* (*loc. cit.*, pl. XXXI, pl. XXXII, fig. 2) une grande espèce qui rappelle un peu celle que je décris, mais dont il ne figure malheureusement pas le dos. L'espèce de M. Uhlig s'en distingue par les caractères suivants : 1° par la présence de petites côtes lisses, au nombre de deux en général, placées entre les côtes tuberculeuses, dans les tours de spire intérieurs; 2° par l'inclinaison en arrière des côtes qui, dans notre espèce, sont plutôt légèrerement inclinées en avant; enfin, par sa forme moins carrée.

Collection de la Sorbonne.

Trochus Chalmasi, E. Fall.

Pl. IX, fig. 3, *a*, *b*, *c*.

Dimensions :	Longueur totale	9 mill.
—	Hauteur du dernier tour	4mm5
—	Diamètre de la hase.	10mm6

Coquille conique, très fortement ombiliquée.

Spire composée de cinq tours plans, croissant rapidement, et présentant une carène à la partie supérieure (1) : cette carène est très marquée dans le dernier tour. Les ornements, bien visibles dans les deux derniers tours, se composent de petits tubercules allongés, obliques en arrière et placés vers la suture; il s'en échappe une sorte de pinceau de petites côtes très fines, dirigées d'abord en arrière, pour revenir bientôt légèrement en avant. Elles passent sur la carène, s'infléchissent en arrière et s'atténuent un peu pour reparaître très nettes au pourtour de l'ombilic. Celui-ci est entouré, de cette façon, d'une auréole de très légers tubercules, ce qui lui donne l'apparence d'un ombilic de Solarium; il est très profond. Les côtes, dont je viens de parler sont très rapprochées, et accompagnées d'autres petites côtes semblables et parallèles prenant naissance entre les tubercules; elles sont coupées par une série de stries transversales très fines et très rapprochées les unes des autres, de telle sorte que l'ornementation des tours de spire semble constituée, au dessus des tubercules, par un quadrillage très fin de stries, se coupant à angle droit.

Bouche triangulaire.

Rapports et différences. — Cette jolie espèce rappelle de loin les échantillons jeunes du *Trochus nivernensis* de Lor., qui a l'ombilic moins rond et les tubercules plus nombreux, plus rapprochés; de plus dans cette dernière espèce, chaque tubercule est muni d'une seule côte, tandis qu'il y en a souvent plusieurs dans celle que nous décrivons. Enfin la bouche est plus arrondie et la carène moins marquée dans le *T. nivernensis*.

Collection de la Sorbonne.

Pleurotomaria Bergeroni, E. Fall.

Pl. IX, fig. 4 *a*, *b*, *c*.

Dimensions :	Longueur totale.	15 mill.
—	Diamètre de la base.	19 mill.
—	Hauteur du dernier tour de spire	5 mill.

(1) Cette carène n'est pas suffisamment marquée sur la figure 3*c* qui représente une portion grossie des deux derniers tours de spire.

Coquille conique, assez épaisse, munie d'un ombilic étroit et composée de tours larges. Ils sont ornés de côtes fines, parallèles à la suture ; ces côtes sont très rapprochées et très inégales de grosseur : elles sont coupées par de petites rides verticales ou légèrement obliques en arrière. Chaque tour de spire est muni d'une carène supérieure, mousse. Bande du sinus très marquée et ornée de petites rides semi-circulaires, concentriques, à ouverture antérieure. La base est ornée de stries concentriques fines et nombreuses, coupées de distance en distance par des indices de stries d'accroissement, disposées comme des rayons.

Bouche rhomboïdale.

Rapports et différences. — Cette espèce se rapproche du *P. dupiniana*, d'Orb. Mais elle s'en distingue par sa bouche plus quadrangulaire, plus élevée, par ses tours moins carénés et par la bande du sinus placée plus haut dans le tour de spire.

Collection de la Sorbonne.

Turbo Kiliani, E. Fall.

Pl. IX, fig. 5, *a*, *b*, *c*.

Dimensions :	Hauteur totale	9 mill.
—	Diamètre du dernier tour	9 mill.
—	Hauteur du dernier tour	5 mill.

Coquille ombiliquée. *Spire* composée de tours très convexes, bien distincts, ornés parallèlement à la suture, de fines côtes très rapprochées, qui n'apparaissent qu'à la partie supérieure des tours et surtout dans le dernier. A la partie inférieure des tours de spire, se montrent de petites rides obliques de bas en haut et d'avant en arrière. Ces rides disparaissent vers le milieu du tour. Enfin, autour de la bouche, on remarque quelques petites stries d'accroissement partant de l'ombilic.

Bouche ronde.

Rapports et différences. — Cette espèce se rapproche beaucoup du *Turbo fleurierianus*, Pict. et Camp., mais elle en diffère parce que les côtes parallèles à la suture ne se trouvent qu'à la partie supérieure des tours de spire et surtout dans le dernier tour. Il se distingue du *Turbo conicus*, Sow., par la disposition de ces mêmes côtes fines et par la rondeur des tours de spire.

Collection de la Sorbonne.

Crassatella Breoni, E. Fall.

Pl. IX, fig. 6.

Dimensions :	Diamètre antéro-postérieur	38 mill.
—	— umbo-marginal	25 mill.
—	Épaisseur de la valve figurée	10 mill.

Coquille allongée, épaisse, légèrement quadrangulaire, ornée de lignes d'accroissement irrégulières très rapprochées. Elle est coupée presque carrément du côté anal et présente un côté buccal arrondi, avec une très légère échancrure près de la charnière. Corselet peu excavé. Lunule lancéolée. Labre épais.

Rapports et différences. — Elle rappelle par sa forme la *Crassatella Guerangeri*, d'Orb., mais elle en diffère par son diamètre umbo-marginal moindre, par sa forme moins carrée, l'échancrure postérieure moins accusée, et enfin par ses lignes d'accroissement irrégulières.

Collection de la Sorbonne.

Rhynchonella Vasseuri, E. Fall.

Pl. IX, fig. 7, *a*, *b*, *c*, *d*.

Dimensions :	Longueur	20 mill.
—	Largeur	16 mill.
—	Épaisseur	16 mill.

Coquille plus longue que large, fortement renflée, subpentagone, ornée, par valve, d'environ 16 côtes bien accusées, un peu anguleuses. Grande valve peu convexe, aplatie sur sa partie moyenne ; petite valve régulièrement hémisphérique. Crochet saillant, muni d'une petite ouverture ovale, placée très bas sous le crochet. Commissure latérale, légèrement courbe vers le crochet, puis presque droite. Commissure palléale légèrement infléchie des deux côtés, de manière à échancrer un peu la petite valve.

Rapports et différences. — Cette espèce offre quelque analogie avec *Rhynchonella polygona*, d'Orb. Cependant elle en diffère par sa largeur moindre, par sa grande valve beaucoup moins excavée, par la position de l'ouverture qui est placée tout à fait à la base du crochet, enfin par sa forme pentagonale plus régulière. En effet, dans la *Rynchonella polygona*, d'Orb., les deux côtés latéraux inférieurs sont plus petits que les supérieurs ; au contraire, dans l'espèce que nous décrivons, ces mêmes côtés ont à peu près les mêmes dimensions que les côtés latéraux supérieurs.

Collection de la Sorbonne.

EXPLICATION DES FIGURES (Pl. IX).

1 *a.* — *Ammonnites charrierianus.* — Individu de grandeur naturelle vu de côté.
1 *b.* — *Id.* Vu du côté de la bouche.
1 *c.* — *Id.* De plus petite taille, destiné à montrer la forme de l'ombilic.
2 *a.* — *Crioceras Heberti.* — Individu de grandeur naturelle vu de côté.
2 *b.* — *Id.* Vu du côté de la bouche.
2 *c.* — *Id.* De plus petite taille, perforé par des Pholades.
3 *a.* — *Trochus Chalmasi.* — Individu de grandeur naturelle, vu de côté.
3 *b.* — *Id.* Destiné à montrer la face supérieure du dernier tour de spire.
3 *c.* — *Id.* Portion des deux derniers tours de spire grossis.
4 *a.* — *Pleurotomaria Bergeroni.* — Individu de grandeur naturelle.
4 *b.* — *Id.* Destiné à montrer la face supérieure du dernier tour.
4 *c.* — *Id.* Portion des deux derniers tours de spire grossis.
5 *a.* — *Turbo Kiliani.* — Individu de grandeur naturelle.
5 *b.* — *Id.* Destiné à montrer la face supérieure du dernier tour de spire.
6. — *Crassatella Breoni.* — Valve gauche de grandeur naturelle.
7 *a.* — *Rhynchonella Vasseuri.* — De grandeur naturelle ; face ventrale.
7 *b.* — *Id.* Face dorsale.
7 *c.* — *Id.* Vue de côté.
7 *d.* — *Id.* Vue sur la région palléale.

Séance du 4 *Février* 1884.

PRÉSIDENCE DE M. PARRAN.

M. E. Fallot, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce deux présentations.

M. Delaire présente, de la part de M. **Lefort**, une brochure intitulée : **Observations géologiques sur les failles du département de la Nièvre.**

Séance du 18 *Février* 1884.

PRÉSIDENCE DE M. PARRAN.

M. E. Fallot, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

MM. l'abbé Diavet, curé à Saint-Martin d'Aspres (Orne), présenté par MM. Douvillé et de Lapparent.

Haug (Émile) à Niederbronn (Alsace), présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas.

MM. Marion professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Marseille, et Chauvet, Président de la Société archéologique et historique de la Charente, à Ruffec, sont admis, sur leur demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce annonce la mort de M. Dubergé.

M. **Douvillé** appelle l'attention de la Société sur une nouvelle publication de l'infatigable professeur **Quenstedt**, intitulée « die **Ammoniten des Schwäbischen Jura** » (1).

Tous les géologues connaissent les beaux travaux du professeur Quenstedt, et en particulier sa monographie stratigraphique et paléontologique du Jura du Wurttemberg, qui est restée classique. Dans les études de cette nature, on s'aperçoit bien vite que les fossiles sont loin d'avoir tous la même valeur au point de vue géologique. Les uns se recontrent exclusivement sur un horizon déterminé et caractérisent alors bien nettement la période correspondante, d'autres au contraire sont relativement indifférents : ils apparaissent sur un point, puis disparaissent, pour reparaître plus tard sur d'autres points, dans des périodes géologiques plus récentes. C'est ainsi que nous voyons un géologue qui s'est voué depuis longtemps à l'étude du terrain crétacé du Sud-Ouest de la France, M. Arnaud, faire allusion dans un mémoire récent (2) à « l'interminable longévité des gastropodes et des lamellibranches » qui, dans la comparaison des faunes, « permet les appréciations les plus opposées ». Des faits du même ordre pourraient être cités dans le terrain jurassique où le retour d'un même faciès vaseux, corallien ou spongitien amène la réapparition de faunes presque identiques, à des niveaux stratigraphiques très différents, et semble mettre la paléontologie en défaut, à tel point que des faunes d'âge différent mais de même faciès pourront paraître identiques, tandis que des faunes de faciès différent et de même âge seront au contraire très dissemblables. C'est que

(1) Stuttgart. E. Schweizerbartsche Verlags handlung (E. Koch), 1883.
(2) *Bull. Soc. Géol.*, 19 nov. 1883, p. 147.

certains fossiles paraissent être dans une dépendance étroite des conditions de milieu ou de faciès, et que les variations qu'ils éprouvent en passant d'un horizon à un autre sont très faibles ou du moins ont échappé jusqu'ici aux paléontologues. En un mot, au point de vue du géologue pratique, il y a de bons fossiles et il y en a d'indifférents.

Parmi les premiers, les Céphalopodes et surtout les Ammonites occupent incontestablement le premier rang. Animaux essentiellement nageurs et de haute mer, ils échappent à l'influence des conditions locales et seront par suite indépendants de la nature des dépôts. Sans doute leurs coquilles cloisonnés flottaient presque toujours à la surface après la mort de l'animal et étaient rejetées à la côte, comme le sont aujourd'hui les coquilles de la spirule. Les Ammonites ne seront par suite réellement abondantes que dans les formations littorales; mais on peut imaginer également bien des cas où, soit par suite de fracture accidentelle, soit par suite de la destruction du siphon, les coquilles cloisonnées auront été enfouies dans les sédiments profonds, et permettront ainsi un rapprochement entre des couches de nature et de faciès différents. Ajoutons à cela que par la multiplicité de leurs formes et leur extrême variabilité, les Ammonites nous traduisent avec une remarquable sensibilité les changements progressifs, que le temps a amenés peu à peu dans les conditions générales de la vie à la surface du globe. On comprendra dès lors que leur étude présente pour le géologue un intérêt et une importance tout à fait exceptionnels.

C'est par l'étude des Ammonitidés que Quenstedt commençait en 1846 son grand ouvrage sur la Paléontologie de l'Allemagne, à peu près à la même époque où d'Orbigny publiait lui-même les premiers volumes de la *Paléontologie française*. Depuis cette époque les découvertes se sont multipliées; le développement donné aux recherches géologiques a augmenté dans une proportion considérable le nombre des formes fossiles connues; aussi ce premier ouvrage ne donnait plus qu'une idée incomplètes des richesses paléontologiques accumulées dans les collections de Tubingue par l'éminent professeur. C'est pour combler cette lacune que Quenstedt vient d'entreprendre la monographie des Ammonitidés de la région qu'il a principalement étudiée.

Les planches déjà publiées montrent bien l'intérêt tout spécial de cette publication. Les échantillons sont figurés tels qu'ils sont, sans être ni restaurés ni complétés. Les lignes de suture des cloisons, qui prennent une importance de plus en plus grande dans l'étude des Ammonites, sont dessinées avec un soin tout particulier. L'au-

teur s'est enfin attaché à montrer les modifications souvent considérables que les espèces éprouvent à leurs différents âges; et toutes les fois que les échantillons l'ont permis, les formes adultes ont été figurées en vraie grandeur, au moins partiellement et avec leurs cloisons. On trouvera donc dans cet ouvrage tous les éléments nécessaires pour la connaissance complète de chaque espèce.

Les deux premières livraisons parues jusqu'ici sont consacrées à l'étude des *Psilonoti*, des *Angulati* et des *Arietes*, groupes correspondant aux genres *Psiloceras* (Hyatt) *Schlotheimia* (Bayle), et *Arietites* (Waagen); Quenstedt propose de substituer à ces dénominations celles de *Psilonoticeras*, *Angulaticeras*, *Arieticeras;* on voit que l'auteur fait, en réalité, bon marché des règles de la nomenclature, il les met systématiquement de côté; ainsi, pour n'en citer qu'un exemple il conserve des dénominations ternaires, comme celle d'*Amm. psilonotus lævis*, proposée par lui en 1843, tandis qu'il indique en synonymie *Amm. planorbis*, Sow., 1824 : c'est une double infraction à la nomenclature binaire et à la loi de priorité. Il est vraiment regrettable que dans une œuvre de cette importance, l'auteur n'ait pas cru devoir se conformer à des lois acceptées aujourd'hui par la presque universalité des naturalistes.

En dehors de cette critique de pure forme, l'ouvrage n'en reste pas moins d'une importance capitale pour les géologues et les paléontologues et nous n'avons qu'à souhaiter qu'il soit rapidement mené à bonne fin.

M. Michel-Lévy présente à la Société la note suivante :

Note sur la **constitution géologique** *d'une partie de la* **Zambézie**,

par M. H. **Kuss.**

Pl. X

Nous avons eu, en 1881, l'occasion de faire en Zambézie un voyage de plus de six mois, dans le but d'étudier les ressources diverses et spécialement les richesses minérales d'une partie de cette vaste région, encore si peu connue. Nous avons rendu compte de ce voyage, au point de vue géographique, dans le *Bulletin de la Société de géographie* (2e trimestre 1882); nous en présentons aujourd'hui à la Société géologique les résultats géologiques les plus saillants. Les nombreux échantillons de roches que nous en avons rapportés ont été soumis à l'examen de M. Michel-Lévy, qui a bien voulu en faire

l'étude microscopique et donner ainsi à nos déterminations un caractère de précision et de certitude complètes : nous tenons à lui en exprimer ici toute notre gratitude.

La carte jointe à la présente note permet de se rendre compte de l'étendue de la région explorée; elle s'étend depuis l'embouchure du Zambèze jusqu'à 500 kilomètres environ dans l'intérieur. Les parties blanches correspondent à des territoires que nous n'avons pu visiter; il appartiendra à d'autres explorateurs de compléter des tracés dont nous ne pouvons donner qu'une première esquisse.

On voit immédiatement, à l'inspection de cette carte, que les roches anciennes, granite et gneiss, constituent l'ossature principale de toute la région; des porphyrites, des euphotides, des diorites les traversent sur certains points; des grès houillers, aux environs de Tête; d'autres grès, aux environs de Senna; puis des alluvions dans les vallées, les recouvrent en partie. Rien absolument ne se trouve qui puisse être assimilé aux terrains jurassiques ou crétacés; l'absence complète de toute formation calcaire, à l'exception d'un dépôt local subordonné aux micaschistes, près de Muchena, est un des traits caractéristiques de la constitution de cette région. Il semble qu'elle ait été définitivement émergée avant le commencement de la période jurassique et ait joui, depuis cette époque, d'un repos et d'une stabilité presque absolus.

Nous examinerons successivement, en suivant l'ordre d'âge probable :

1° Les roches cristallines anciennes des bassins du Zambèze et des fleuves voisins;

2° Le terrain houiller des environs de Tête;

3° Les porphyrites de la Luia, de la Lupata et de l'Uréma;

4° Les euphotides du Rovugo, les mélaphyres ophitiques de la Lupata, les diorites du Revue;

5° Les grès de Senna;

6° Les alluvions.

I. — Roches cristallines anciennes

Nous avons, dans notre carte, divisé les roches anciennes en roches éruptives représentées par la lettre γ et la teinte rose foncée et en roches stratifiées, représentées par la lettre γ' et la teinte rose pâle. Ce n'est pas que la division soit toujours facile et que nous ayons, en général, la prétention de tracer des démarcations certaines et définitives : sur certains points, par exemple au sud-ouest de la ville de Tête, on constate des alternances fréquentes de gneiss et de granite ou de

pegmatites ; il ne nous a pas été possible de les figurer d'une manière rigoureusement exacte. Sous la réserve de cette observation, nous indiquons ci-après les points sur lesquels nous avons pu étudier la constitution du terrain.

En remontant le Zambèze à partir de la mer, on traverse d'abord, sur 125 kilomètres environ, les alluvions qui en constituent le delta, puis on atteint, un peu en aval du confluent du Chiré, le massif granitique du Morumbala, dont le mont Chamoara constitue le contrefort le plus avancé vers le sud. A Chamoara même on observe, tout autour de la maison de Senhora Maria, station bien connue des voyageurs, une syénite verte, très cristalline, avec amphibole très abondante et feldspath blanc en petits cristaux ; des filons de pegmatite à grandes lamelles d'orthose rose traversent cette syénite, qui ne tarde pas d'ailleurs à faire place à un granite proprement dit, peu micacé, traversé par de nombreuses veinules et par quelques gros filons de quartz blanc ; le remplissage de ces filons, très réguliers, dirigés à peu près nord-sud et plongeant vers l'ouest, renferme des veinules chloritiques et talqueuses, avec indices de minerai de cuivre et de pyrite de fer décomposée. Plus au nord, le mont Morumbala est également formé de granite ordinaire.

Entre le Chiré et le Zambèze, s'étend le massif considérable des monts Maganja, que nous n'avons pu étudier en détail, mais qui est certainement formé de roches cristallines anciennes ; les récits des voyageurs, notamment de Livingstone, les renseignements oraux que nous avons recueillis dans le pays, quelques échantillons que nous avons eus entre les mains, enfin la nature des sables qui en proviennent ne permettent pas d'en douter. Nous sommes porté à croire que les roches granitiques y sont prédominantes : nous avons pu en effet explorer la lisière ouest de ce massif et constater qu'elle est entièrement granitique. C'est ainsi qu'en remontant la vallée du Moatise, affluent du Rovugo, qui se jette lui-même dans le Zambèze, à deux kilomètres en aval de Tête, nous avons traversé successivement le terrain houiller, des euphotides ophitiques, des micaschistes et des gneiss, pour arriver enfin à des granulites qui paraissaient se continuer fort loin vers le nord-est. Deux échantillons rapportés par nous de l'Ignamatrara, affluent du Moatise, ont été examinés par M. Michel-Lévy et déterminés :

Le premier, comme un gneiss granulitique (influencé et injecté par de la granulite), avec microcline (orthose), oligoclase, mica abondant et beaucoup de fer oligiste ;

Le deuxième, comme une granulite proprement dite, riche en mica blanc. Ajoutons qu'un de nos compagnons, M. Durand, a trouvé

dans les sables ferrugineux provenant de la décomposition de la granulite, de la molybdénite et un bel échantillon de corindon pierreux.

Plus au nord, près de Muchena, nous avons encore observé le passage des micaschistes au gneiss, puis à la granulite; de même encore à Maxinga, où la granulite est ordinairement grenatifère; un échantillon soumis à M. Michel-Lévy a été reconnu par lui très riche en microcline. La granulite de Maxinga est traversée par un filon de quartz légèrement aurifère; on retrouve également un peu d'or dans les arènes granitiques qui recouvrent le granite non décomposé et dans les alluvions des ruisseaux.

Entre le Zambèze et le massif montagneux dont nous venons de décrire la lisière ouest, s'étendent des collines de faible élévation qui séparent le Rovugo du Mavuzi, l'un et l'autre affluents du Zambèze. Ici la roche fondamentale dominante est le gneiss ou le micaschiste. Nous avons observé des micaschistes au nord-ouest et à l'ouest du Muchena, sur le Musumbusé, affluent du Rovugo; en ce dernier point, où l'on nous avait indiqué une prétendue mine de cuivre, à 6 kilomètres environ de Muchena, nous avons trouvé une bande d'un beau calcaire, avec mouches isolées de malachite, intercalée dans les schistes micacés. Cette bande, dirigée N. 120° E. et plongeant de 70° vers le sud-ouest, a 200 mètres environ de puissance; on y voit des calcaires compacts subcristallins, d'un blanc à peine teinté de rose; d'autres calcaires mouchetés de taches vertes, probablement chloritiques, puis quelques zones chargées de petits grenats. Ce calcaire, évidemment subordonné aux micaschistes, offre un intérêt spécial, parce que c'est absolument le seul que nous ayons vu dans tout notre voyage.

Les gneiss ordinaires forment d'ailleurs la masse principale de tout le terrain compris entre Muchena et le Zambèze; nous reviendrons plus loin sur les euphotides qui les traversent et devons seulement signaler encore l'abondance de l'amphibole au voisinage du Morongozé, le dernier affluent de la rive droite du Rovugo; le gneiss commun y est remplacé par des gneiss amphiboliques et, en certains points, par de véritables amphibolites. Deux échantillons de ces amphibolites ont été examinés par M. Michel-Lévy, qui a constaté dans l'un la présence du sphène, dans l'autre celle d'un peu de pyroxène ouralitisant et d'épidote secondaire; l'amphibole paraît s'y être consolidée en même temps que le feldspath labrador; on y remarque en outre de belles veines rouges d'oligiste.

Sur la rive droite du Zambèze, en cheminant vers le sud-ouest à partir de Tête, on traverse d'abord quelques collines de grès houiller, puis on atteint bientôt les roches cristallines anciennes. Ce sont

d'abord les gneiss amphiboliques et les amphibolites qui dominent ; de nombreux filons de pegmatite et de granite les traversent. Les gneiss sont formés de quartz, orthose en beaux cristaux roses, mica noir ou amphibole ; ils sont remarquables par la netteté de leur rubanement. On atteint ensuite une zone de pegmatite à microcline ; tout le sol y est recouvert de gros rhomboèdres d'orthose rose ; on retrouve des gneiss, puis une deuxième zone de pegmatite. Là commence un massif important de porphyrite micacée sur lequel nous reviendrons ultérieurement et qui s'étend jusqu'à la rivière Luia. Au sud de cette rivière, on ne trouve plus que des gneiss, très souvent amphiboliques, que le cours du Mazoe met à nu et permet d'examiner en détail. Les strates de la roche sont sensiblement verticales ; on y distingue du feldspath blanc ou rose, du quartz, du mica noir, de la hornblende, parfois du grenat, du fer oligiste, de la pyrite de fer. Dans le lit même du Mazoe, on remarque d'innombrables cavités cylindriques (marmites de géants), verticales, ayant souvent plus d'un mètre de profondeur, avec 0m40 à 0m50 de diamètre. Nous avons fait vider quelques-unes de ces marmites, dans le remplissage desquelles nous pensions trouver de la poudre d'or plus abondante que dans les sables de la rivière ; nous n'y avons trouvé, avec des sables et galets de toute nature, que du grenat, du fer oligiste et de la magnétite, accompagnés de faibles traces d'or et peut-être de platine. Les gneiss sont d'ailleurs traversés par des filons assez nombreux de granite rose ; des filons d'eurite noire, plus récents, traversent à leur tour le gneiss et le granite. Sur certains points, les gneiss sont extraordinairement riches en grenat, notamment au voisinage des filons d'eurite.

En résumé, les roches anciennes de la rive droite du Zambèze, dans la région comprise entre ce fleuve et le Mazoe, sont essentiellement des gneiss amphiboliques, à travers lesquels se sont fait jour des masses parfois considérables de granite et de pegmatite, abondantes surtout dans la région voisine du Zambèze, au nord de la bande de porphyrite micacée dont nous n'avons fait qu'indiquer l'existence et sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

Passons maintenant de deux degrés plus au sud, tout en restant sur la rive droite du Zambèze. Nous y retrouverons encore, sur la route de Senna à Manica, un puissant développement de roches cristallines anciennes. Après avoir traversé des grès, puis des porphyrites, on arrive en effet, près de l'Ignazoe, affluent de l'Uréma, à des granites à grands éléments, où domine l'orthose rose accompagnée de quartz blanc ou gris et d'un peu de mica, c'est-à-dire à des granites très voisins des pegmatites ; on atteint ensuite bientôt les

gneiss amphiboliques, traversés par des filons de pegmatite et par d'autres filons d'eurite, jusqu'à Gorongoza. Les roches qui affleurent ainsi dans le bassin du rio Uréma rappellent de la manière la plus frappante celles du Mazoe. Si nous ajoutons que la lacune comprise dans notre carte entre le Mazoe et Gorongoza a été parcourue par le voyageur allemand Karl Mauch, qui y a signalé la prédominance des gneiss et la présence de quelques massifs granitiques (voir *Petermann's Mitth.*, 1874, nº 37), nous serions presque en droit d'étendre notre teinte rose sur tout l'espace compris entre le 16ᵉ et le 17ᵉ parallèles, de l'Uréma à la Luia. Si nous ne le faisons pas, c'est surtout parce que nous ignorons si les deux bandes de porphyrites de la Luia et de l'Uréma peuvent être directement rattachées l'une à l'autre.

Au sud de Gorongoza apparaît un massif montagneux, dont le point culminant atteint 2,000 mètres d'altitude; tout ce massif est entièrement granitique; généralement c'est le granite syénitique qui y prédomine. Deux échantillons recueillis à la base du massif, près de la lisière nord, dans le ravin de Singa, ont été examinés par M. Michel-Lévy, qui a reconnu :

Dans l'un, un granite à amphibole, avec quartz de corrosion, orthose, oligoclase, amphibole en débris, quartz granulitique, un peu de mica et des fragments de gneiss;

Dans l'autre, un granite à amphibole, diallage et mica noir, contenant : fer oxydulé, mica noir, diallage, amphibole, labrador, oligoclase, orthose, quartz, épidote secondaire. La roche est remarquable à cause de la présence, à côté du quartz libre, d'un beau diallage ouralitisé, à inclusions alignées dans le plan h^1.

En cheminant de Gorongoza vers l'ouest, on marche constamment sur du gneiss ordinaire, formant des coteaux ondulés dont la monotonie n'est interrompue que par la présence de quelques filons granitiques très saillants, arrondis en forme de pains de sucre, jusqu'à ce que l'on atteigne les montagnes de Manica, où reparaît le granite; celui-ci forme près du rio Condé, aux monts Mahoué-Ma-Smique, un entassement vraiment curieux de blocs énormes; de loin, on dirait les ruines immenses de quelque ville fortifiée par des géants. Tout le haut plateau de Manica (altitude 2,000 mètres) est également formé de granite, ainsi que le mont Doé, le sommet le plus élevé qui domine le plateau. Dans la partie sud du massif de Manica, le granite se charge de nouveau d'amphibole; on y trouve en même temps des nodules de fer oligiste, puis on atteint des schistes verts, luisants, à toucher onctueux, que l'on prendrait aisément pour des schistes talqueux. L'examen microscopique a montré à M. Michel-Lévy qu'en

réalité c'étaient des schistes argileux entièrement amorphes, dépourvus de talc. Ils paraissent recouvrir comme d'un manteau le versant sud du massif granitique; ils sont eux-mêmes recouverts, au voisinage du Revue, par des alluvions, à travers lesquelles apparaissent quelques pointements de roches dioritiques. Les alluvions anciennes du Revue sont légèrement aurifères; elles sont recouvertes par des alluvions modernes, formées principalement d'argile rouge, dans lesquelles nous n'avons pas trouvé d'or.

II. — Terrain houiller des environs de Tête.

L'existence dans le bassin du Zambèze d'une formation houillère importante a été signalée pour la première fois par Livingstone (voir par exemple *Explorations du Zambèze*, traduction Loreau, p. 49, 137, 172). L'illustre voyageur a décrit sommairement les grès de Tête et indiqué que des grès semblables se retrouvent en amont du massif de roches anciennes qui forme dans le Zambèze les rapides de Kébrabasa. Nous avons retrouvé sur le Morongozé, affluent du Rovugo, une galerie de mine ouverte autrefois par Livingstone.

Notre intention n'est pas de donner ici une description détaillée du bassin houiller de Tête et des magnifiques couches de houille qu'il renferme, notamment sur le Moatise. L'un de nos compagnons de voyage, M. Lapierre, avait été spécialement chargé de l'étude de ces gîtes et il va en donner la description dans les *Annales des Mines*, 6e livraison de 1883. Nous devons nous borner à en indiquer brièvement les caractères essentiels et à tracer d'une manière approchée les limites du bassin.

Comme on le voit sur notre carte, le bassin houiller de Tête s'allonge le long du Zambèze et prend son plus grand développement dans l'angle compris entre le Zambèze et son affluent le Rovugo. Nous en avons reconnu et nous en indiquons à peu près exactement les limites au nord, au nord-est et à l'est; la limite sud-ouest n'a été relevée par nous que sur deux points, à l'ouest et au sud de Tête; nous n'avons pu reconnaître non plus l'étendue exacte de la langue de terrain houiller qui suit le Zambèze en le remontant en amont de Tête; peut-être s'approche-t-elle des chutes Kébrabasa un peu plus que nous ne l'avons indiqué. Tandis que, sur la rive gauche du Zambèze, le terrain houiller ne forme que des collines d'une faible hauteur, il s'élève au contraire sur la rive droite, au sud-ouest de Tête, jusqu'à 300 mètres environ au-dessus du fleuve (serra Carroeira). De ce côté, il paraît buter contre les terrains anciens et en être séparé par une faille; il plonge en effet doucement vers le sud-

ouest, sans se relever au voisinage des gneiss et sans s'appuyer sur eux. Vers le centre du bassin principal, un petit massif de micaschiste émerge du terrain houiller sur la rive gauche du Rovugo, en face de Chingosa. L'existence de ce massif, qui doit se relier souterrainement aux gneiss et micaschistes de la rive droite du Rovugo, l'allure des couches et celle des roches qui entourent le terrain houiller, permettent difficilement de lui attribuer une grande puissance sur la rive gauche du Zambèze. Sur la rive droite, au contraire, nous avons dit qu'il s'élève à une hauteur assez grande et est formé de couches en stratification régulière.

Indépendamment du bassin principal, on retrouve encore sur divers points, entre Tête et la Luia, des lambeaux isolés de grès houiller recouvrant les gneiss et les pegmatites et, sauf erreur, traversés par les porphyrites de la Luia ; on voit aussi, au nord, près de Muchena, affleurer sur les berges du Rovugo des bancs de grès argileux rouges qu'à raison de leur peu d'importance nous réunissons simplement au terrain houiller, mais qui peut-être seraient un peu plus récents.

Ce sont les grès qui dominent d'une manière frappante dans le bassin houiller de Tête. Ils ont généralement un grain grossier, une couleur grise claire tirant sur le brun : à l'œil nu, on y distingue tous les éléments des roches anciennes sur lesquelles ils s'appuient; le grès de Tête est évidemment un agrégat de débris de roches granitiques. M. Michel-Lévy a trouvé dans un échantillon de ce grès qu'il a examiné et qui provenait de Tête même : orthose, oligoclase, microcline, quartz, mica noir, avec ciment légèrement calcaire. Il a étudié aussi trois autres échantillons provenant de l'extrémité sud-est du bassin (Lupata) :

1° Grès avec quartz et microcline abondants, à ciment opalescent; éléments remarquablement roulés ; un débris de quartzite;

2° Grès à grain plus fin, avec ciment hématiteux et opalescent;

3° Grès à grain beaucoup plus fin passant au quartzite; quartz secondaire en agrégats irréguliers, orientés sur une certaine étendue. Ce dernier échantillon a été pris dans des roches voisines du contact des grès avec les porphyrites de la Lupata : nous attribuons à l'influence de ces porphyrites la texture quartziteuse qu'il a présentée.

Les schistes bien caractérisés sont fort rares ; nous n'en avons trouvé qu'au voisinage immédiat des couches de houille, sur le Moatise ; encore plusieurs des couches reconnues ont-elles des grès pour toit et pour mur.

Nous renverrons au travail déjà cité de M. Lapierre pour la des-

cription des couches qu'il a étudiées sur le Moatise ; bornons-nous à dire que le charbon qu'elles fournissent est noir et brillant ; qu'il brûle aisément avec une flamme moyenne en donnant un coke léger, bien fondu et que de nombreux essais ont donné en moyenne la composition immédiate suivante :

Carbone fixe.	55 à 60	Total : 100.
Cendres	17 à 22	
Matières volatiles	22 à 23	

composition qui fait rentrer le charbon de Moatise dans la catégorie des houilles grasses ordinaires. Il est fâcheux que la proportion des cendres soit si élevée. Il n'en est pas moins vrai que le bassin de Tête peut être considéré comme une réserve importante, à laquelle un jour peut-être la navigation de l'océan Indien sera heureuse de recourir, lorsque les combustibles plus purs lui feront défaut, que les transports sur le Zambèze seront devenus plus faciles qu'ils ne le sont aujourd'hui et que l'accès du port qui se trouve à l'embouchure du bras principal du fleuve sera devenu possible aux bateaux d'un tonnage un peu important.

III. Porphyrites de la Lupata, de la Luia et de l'Uréma.

Nous réunissons sous une même rubrique les porphyrites que nous avons observées dans la chaîne de la Lupata, sur la Luia et sur l'Uréma et que nous avons figurées sur notre carte par une teinte et une lettre uniques, mais nous n'entendons nullement préjuger par cette réunion la question du synchronisme des trois groupes ni même leur identité pétrographique.

1° *Lupata.* — La chaîne de la Lupata barre transversalement le Zambèze, qui la franchit dans une coupure relativement étroite, pour s'étaler ensuite au milieu d'une large plaine d'alluvions. La Lupata forme donc, pour le voyageur qui remonte le Zambèze, le seuil de la région montagneuse, accidentée ; elle constitue, comme on l'a fait justement remarquer, la limite naturelle de la région du bas Zambèze.

Elle est entièrement composée de roches à texture porphyrique, dans lesquelles les cristaux de feldspath ont d'ailleurs des dimensions fort variables. Presque microscopiques dans certains échantillons, ils atteignent dans quelques autres, par exemple dans l'échantillon n° 4 ci-dessous, des dimensions de 15 à 20 millimètres. La couleur de la pâte est toujours d'un gris tirant sur le brun. Quatre

échantillons de ces roches, pris en remontant le Zambèze, ont été examinés par M. Michel-Lévy et caractérisés par lui comme suit :

1) *Porphyrite andésitique à pyroxène.* — I. Fer oxydulé, orthose (?), oligoclase, pyroxène ; les feldspaths très rongés, silicifiés. — II. Pâte finement microlithique, avec oligoclase. Roche silicifiée et calcifiée par des actions secondaires.

2) *Porphyrite micacée à orthose.* — I. Fer oxydulé, orthose (microcline), oligoclase. — II. Dans la pâte, microlithes de mica noir.

3) *Même roche*, avec fer oligiste abondant ; texture euritique ; oligoclase de deuxième consolidation et microlithes de mica vert ou d'amphibole.

4) *Même roche* que n° 1, franchement micacée ; apatite en gros cristaux.

La chaîne de la Lupata doit donc être considérée comme formée de porphyrites andésitiques et micacées.

2° *Luia.* — On retrouve des porphyrites analogues aux précédentes, mais non identiques, et notablement plus acides, sur la rive gauche de la Luia et de son affluent, le Kangouzi. On y voit à l'œil nu beaucoup moins de cristaux de feldspath ; mais on y observe, par compensation, beaucoup d'amygdales remplies de quartz sous forme de jaspe ou de véritables agates. M. Michel-Lévy en a examiné quelques échantillons provenant des bords du Kangouzi :

1) *Porphyrite micacée*, avec microlithes de mica noir ; texture très compacte, pâte amorphe ; vacuoles contenant du quartz et de la chlorite.

2) *Porphyrite micacée et andésitique*, vacuolaire, avec microlithes d'oligoclase.

3) *Porphyrite micacée.*

4) *Même roche*, avec quelques grains de quartz et microlithes fourchus d'oligoclase.

5) *Jaspe.*

Ce sont, d'après M. Michel-Lévy, des types de porphyrites allant avec les vrais mélaphyres et formant leur passage à des types plus acides jusqu'au porphyre pétrosiliceux. On en trouve de beaux exemples permiens dans les Vosges, notamment au bois des Faîtes et à Senones (Voir *Minéralogie micrographique* de MM. Fouqué et Michel-Lévy).

3° *Uréma.* — Les premières collines que l'on rencontre en allant de Senna à Gorongoza, sur les bords du Rio Magudo et de quelques affluents de l'Uréma, sont également formées de porphyrites dont l'aspect extérieur rappelle beaucoup celles de la Luia. La pâte de ces porphyrites est constamment brune ; elle est souvent criblée de va-

cuoles à remplissage de quartz ou de zéolithes; près du Rio Capimbi, nous y avons trouvé en très grande abondance des amygdales de stilbite rouge (détermination faite par M. Des Cloizeaux). Ailleurs, les remplissages ont disparu et l'on ne voit plus qu'un porphyre celluleux dont l'aspect extérieur rappelle assez celui des scories volcaniques. Ailleurs enfin la roche est compacte et l'on n'y distingue plus aucun des éléments.

Ces porphyrites disparaissent entre le Rio Morozi et le Rio Ignazoe; elles sont séparées des gneiss amphiboliques de l'Ignazoe par une bande de granite à grands éléments. Elles présentent une analogie d'apparence frappante avec celles de la Luia et diffèrent au contraire sensiblement de celles de la Lupata.

En comparant les porphyrites de la Luia et de la Lupata à d'autres porphyrites d'âges bien connus, M. Michel-Lévy est arrivé à considérer les porphyrites de la Luia comme probablement permiennes; celles de la Lupata lui ont paru un peu plus anciennes. Nous sommes porté à regarder les porphyrites de la Lupata comme postérieures à la formation du grès houiller de Tête. Tandis, en effet, que ce grès contient de nombreux fragments de roches anciennes, que c'est une véritable arène granitique cimentée, on y constate même à la Lupata, au voisinage immédiat du contact avec les porphyrites, l'absence complète de tout élément provenant de ces porphyrites. Certaines couches de grès sont métamorphisées, transformées en quartzites au contact de la roche éruptive. D'autres, également métamorphisées, sont recouvertes de nappes porphyriques dans un ordre de superposition qui serait incompréhensible si le grès était postérieur aux porphyrites. Nous avons relevé, par exemple, dans la Lupata, la coupe ci-contre où la superposition des porphyres sur les grès est bien visible.

Porphyrite.
Argilophyre rouge avec fragments de porphyrite.
Porphyrite dure à grands cristaux de feldspath.
Grès rouge fin, métamorphisé.
Conglomérat grossier de grès.

Niveau du Zambèze. →

Nous considérons, en conséquence, les porphyrites de la Lupata comme venues au jour à l'époque permienne; si, comme il semble, celles de la Luia, également permiennes, et celles de l'Uréma que nous leur assimilons sont moins anciennes, rien n'empêche d'admettre que plusieurs éruptions se soient succédé dans la même période géologique. Nous verrons tout à l'heure que des éruptions de mélaphyres et d'euphotides paraissent avoir été, aux environs de

Tête, la dernière manifestation de cette activité éruptive qui a suivi la période houillère.

IV. Mélaphyres de la Lupata. — Euphotides du Rovugo. — Diorites de Manica.

1° *Mélaphyres de la Lupata.* — Immédiatement en amont du défilé de la Lupata, sur les bords mêmes du Zambèze et sur sa rive gauche, apparaissent une série de mamelons formés encore de roches porphyriques, mais dont l'apparence et les allures tranchent nettement sur celles des porphyrites de la Lupata et qu'à première vue on est amené à rapprocher des mélaphyres amygdaloïdes d'Oberstein ou de Zwickau. Une pâte d'un brun foncé contient quelques cristaux discernables de feldspath et d'olivine, quelques grains de fer oxydulé et et de nombreuses cavités à remplissage de calcite ou parfois de quartz, couvert d'un enduit de chlorite d'un beau vert. En en examinant quelques échantillons au microscope, M. Michel-Lévy y a reconnu des mélaphyres à texture ophitique et vacuolaire. Il y a trouvé, par exemple :

1) *Mélaphyre ophitique labradorique*, présentant par places un véritable verre jaune palagonitique et sphérolithique et formé de : I. Fer oxydulé. II. Labrador, moulé par de l'augite brune et de la palagonite ; le verre brun est rempli de ponctuations opaques (cristallites).

2) *Mélaphyre à oligoclase*, formé de feldspath (l'oligoclase dominant) et d'olivine, dans un magma vitreux rempli de cristallites de fer oligiste.

3) *Même roche*, formée de : I. Olivine, fer oxydulé, feldspath rare. II. Grands microlithes d'oligoclase, de labrador; augite rare; verre brun rempli de cristallites arborisés de fer oligiste. Dans les vacuoles, quartz, chlorite, calcite.

4) *Même roche*, avec vacuoles à remplissage de chlorite d'un beau vert-émeraude, sensiblement polychroïque.

En résumé, M. Michel-Lévy rapproche ces mélaphyres de ceux des Vosges et les considère comme permiens ou triasiques.

2° *Euphotides du Rovugo.* — Lorsqu'on remonte l'une des rivières qui traversent le bassin houiller de Tête, par exemple le Moatise, on rencontre, d'abord en filons traversant les grès houillers, puis en masses séparant ces grès des gneiss sous-jacents, de nombreux épanchements d'euphotide, de diorite et de diabase. Nous les avons indiqués sur notre carte par la même teinte verte et la même lettre *o* que les mélaphyres de la Lupata, qui occupent une position sem-

blable : nous ne prétendons point trancher la question du synchronisme de ces deux séries.

Les échantillons suivants provenant du Moatise ont été examinés par M. Michel-Lévy.

1 et 2) *Diabase* très cristalline formant un beau filon vertical de 20 mètres de puissance, dirigé nord 155° est, traversant le terrain houiller et y formant un rejet de 5 à 6 mètres. Le filon barre le Moatise qui en tombe en dessinant une jolie cascade. L'échantillon n° 1 contient du labrador comme feldspath dominant; le pyroxène passe au diallage et à l'amphibole; le fer oxydulé, le mica noir et les plages de pyroxène moulent les microlithes feldspathiques; quartz et calcite secondaires. Dans l'échantillon n° 2, le feldspath dominant est de l'oligoclase; le pyroxène est en partie ouralitisé (transformé en amphibole). La structure de cette roche est nettement ophitique.

3, 4, 5, 6) Gisement : masses séparant le terrain houiller du terrain ancien, dans le ravin d'Ignapsicondo, affluent du Moatise.

3) *Euphotide* à labrador, diallage; mica noir, amphibole et épidote secondaires. L'amphibole épigénise le diallage par traînées alignées suivant h^1; le mica noir a un aspect chevelu très spécial.

4) *Même roche*, passant à la diorite par l'abondance de l'amphibole.

5) *Euphotide*, partiellement transformée en serpentine, avec fer titané recouvert d'un enduit de sphène.

6) *Même roche*, passant à la diabase par la prédominance du pyroxène; structure ophitique; quelques indices de matière vitreuse brune remplie de cristallites.

Ces euphotides, notamment celles de l'Ignapsicondo, sont remplies de grains et de rognons parfois volumineux de fer oxydulé et de fer titané. D'après M. Michel-Lévy, toute cette série rappelle fort celle des ophites des Pyrénées ou du Cap, et celle des euphotides des Alpes : elle est vraisemblablement triasique.

Des roches analogues se retrouvent sur la rive droite du Rovugo, au milieu des gneiss, entre Giba et Ignamitipiso. Elles sont remarquables à Giba par l'abondance du diallage dont il est facile de séparer de gros blocs; à Ignamitipiso, par celle du fer oxydulé. Tout le sol y est littéralement couvert de blocs pouvant atteindre 200 ou 300 kilogrammes, de fer oxydulé pur. Nous considérons les roches de Giba comme le prolongement dans le gneiss des euphotides du Moatise ; nous ignorons, d'ailleurs, jusqu'où cette formation se prolonge vers le N.E. et comment elle s'y termine.

3° *Diorites de Manica.* — Mentionnons ici, sans vouloir d'ailleurs établir aucune assimilation, la présence au Revue, dans la région de Manica, d'un certain nombre de pointements dioritiques; ces roches

traversent les schistes argileux qui s'appuient sur le massif granitique de Manica et sont elles-mêmes, en majeure partie, recouvertes par les alluvions du Revue. Elles ne paraissent pas avoir une extension considérable et les circonstances ne nous ont pas permis de les étudier en détail.

En résumé, les mélaphyres et les euphotides des environs de Tête nous paraissent former une série à peu près continue, dont la venue au jour a pu commencer à l'époque permienne et se poursuivre peut-être pendant qu'ailleurs se formaient les dépôts triasiques. Les porphyrites de la Lupata marqueraient le commencement de ces éruptions; celles de la Luia et de l'Uréma seraient du même âge ou un peu plus récentes; viendraient ensuite les mélaphyres ophitiques observés en amont de la Lupata et enfin les euphotides ophitiques du Rovugo.

V. Grès de Senna.

Il ne nous reste plus qu'à indiquer, sans y insister aucunement faute de renseignements suffisants, une formation de grès argileux rouges ou roses, faiblement cimentés, que l'on observe en divers points du Zangadzi, près de Senna, etc. Ils forment une plaine légèrement ondulée, très boisée, couverte de végétation, où nous n'avons pu les observer que sur quelques points isolés; nous n'y avons trouvé aucun fossile. Il semble, d'ailleurs, qu'ils n'aient qu'une faible épaisseur, et nous pensons qu'on retrouverait bientôt, au-dessous, des gneiss ou peut-être le terrain houiller; nous n'affirmons même pas que les roches anciennes n'affleurent en aucun point de la région couverte par ces grès. Quoi qu'il en soit, nous sommes obligé de laisser indéterminé l'âge de cette formation; nous pouvons dire seulement que nous serions assez porté, d'après leur facies, à les regarder comme triasiques, mais, encore une fois, nous n'avons aucun argument certain à donner à l'appui de cette manière de voir

VI. Alluvions.

Les alluvions du Zambèze ne nous ont paru présenter aucune particularité d'un intérêt spécial; on ne peut les observer que sur les berges du fleuve; on y voit la succession habituelle d'assises caillouteuses, d'assises argileuses et d'assises sableuses : ces dernières prédominent ordinairement. Les sables que le Zambèze charrie et qu'il dépose actuellement partout où son cours est ralenti proviennent

évidemment, en majeure partie, de la désagrégation de roches granitiques ou gneissiques; ils contiennent souvent, sur les berges du fleuve, une notable quantité de fer oxydulé ou de fer oligiste.

Les alluvions du Revue sont plus intéressantes à étudier. Elles recouvrent les diorites dont nous avons dit quelques mots plus haut. On y distingue nettement des alluvions anciennes et des alluvions modernes. Les premières sont formées surtout de sables, de blocs et cailloux roulés avec quelques lits interposés d'argile bleue ou grise; les alluvions modernes sont représentées par des argiles sableuses rouges atteignant parfois 10 et même 15 mètres d'épaisseur. L'étage inférieur est généralement caché; il n'apparaît que sur les berges mêmes du Revue ou dans les points où l'argile rouge supérieure a été enlevée par érosion. Les sables et les cailloux qui constituent l'étage inférieur, celui des alluvions anciennes, ont été autrefois et sont encore aujourd'hui plus ou moins exploités pour or par les indigènes. De nombreux essais auxquels nous avons procédé pour déterminer la teneur approximative en or de ces alluvions nous ont donné une moyenne de $0^{gr}480$ par mètre cube, avec un maximum de $1^{gr}05$ et un minimum de $0^{gr}017$. L'argile sableuse qui constitue l'étage supérieur, celui des alluvions modernes, est absolument stérile. En résumé la grande richesse en or attribuée par la tradition au pays de Manica, c'est-à-dire aux alluvions du Revue, nous a paru absolument légendaire.

Nous étions arrivé déjà à la même conclusion pour quelques autres placers à la richesse desquels on avait cru sur la foi de renseignements superficiels : on est facilement amené à penser que, si des nègres et des négresses parviennent, avec un outillage évidemment primitif, à extraire un peu d'or des sables d'une rivière, des Européens obtiendraient, avec un outillage perfectionné, des résultats bien meilleurs. A Maxinga, sur le Mazoe, les orpailleurs indigènes produisent incontestablement un peu d'or; mais, laissant de côté toutes les difficultés matérielles, on se tromperait gravement en voulant en conclure la présence de placers riches, étendus, économiquement exploitables. Ce serait un raisonnement plus faux encore que celui qui consisterait à vouloir conclure de l'existence, dans les sables de beaucoup de rivières en Europe, d'un peu d'or que les orpailleurs parvenaient à en extraire, à la possibilité d'établir sur ces sables de grandes exploitations industrielles.

M. Bertrand fait la communication suivante :

Rapports de structure des Alpes de Glaris *et du* bassin houiller du Nord,

Par M. M. Bertrand.

Pl. XI.

M. Lory a entretenu, il y a un an, la Société (1) d'une coupe remarquable, signalée depuis 1840 par Escher de la Linth, et qui montre le Nummulitique fortement plissé, recouvert par la série normale et presque horizontale des couches permiennes et triasiques. L'étrangeté du fait est encore accrue par l'intercalation entre les deux séries d'une bande très étroite, souvent réduite à quelques mètres, de couches d'âge et de nature variables, jurassiques et triasiques, presque horizontales, comme la série supérieure, mais toujours renversées.

Le beau livre de M. Heim (2), où à côté de vues théoriques d'une haute importance, les faits d'observation se trouvent décrits et groupés avec une remarquable clarté, ne peut laisser subsister aucun doute, ni sur l'exactitude des déterminations d'âge, ni sur celle des positions relatives. L'explication proposée par Escher et développée par M. Heim, a le grand avantage d'embrasser, dans une formule très simple, l'ensemble de ces singulières anomalies; elle a rendu ce phénomène célèbre sous le nom de « double pli des Alpes de Glaris » (3).

Je ne me serais pas permis d'écrire cette note sur un pays que je n'ai pas visité, si je n'avais été frappé, en étudiant l'ouvrage de M. Heim, des nombreux rapports de structure que (le relief du sol mis à part) cette partie des Alpes présente avec le bassin houiller franco-belge. J'ai essayé simplement d'étendre aux Alpes l'explication, si simple et si rationnelle, que M. Gosselet a donnée pour le Nord (4). J'ajouterai que, si elle était admise par ceux qui, connaissant le pays, peuvent mieux juger la question, loin de contredire les idées de M. Heim, elle leur apporterait une nouvelle confirmation.

(1) *Bull. Soc. géol*, 3e sér., t. XI, p. 14.

(2) Heim. *Mechanismus der Gebildbildung.*

(3) L'explication de M. Lory suppose que le Nummulitique repose directement sur les roches cristallines, ce qui me semble en opposition avec les coupes de la région.

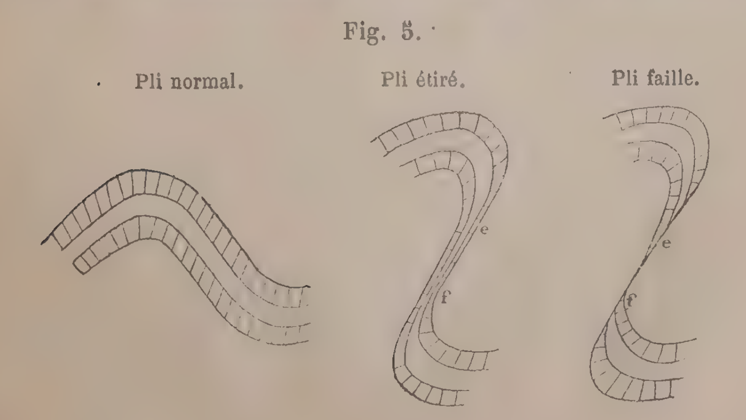
(4) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. VIII, p. 505.

Je reproduis (pl. XI, fig. 1) une des coupes de M. Heim, qui suffit pour bien se rendre compte des faits. Les pointillés indiquent la continuation supposée des deux grands plis qui inclinés, l'un vers le nord, l'autre vers le sud, enserrent comme dans un anneau presque fermé la masse des terrains tertiaires. La petite bande de calcaire jurassique supérieur qui, avec son accompagnement intermittent de Dogger et de Trias renversés, sépare le Nummulitique du Permien, irait rejoindre en profondeur, vers le nord, les couches jurassiques bien développées qui supportent ce même Nummulitique ; on aurait ainsi un vaste pli, dont l'axe serait couché vers le sud, et dont la moitié inférieure, comprimée et étirée, aurait presque disparu.

Cette expression de « pli comprimé et étiré » appelle quelques éclaircissements. Il n'est guère de géologue français qui, en présence de la figure 1, ne songera à une faille et ne désignera de ce nom l'ensemble du phénomène, quitte à expliquer ensuite la présence de la petite bande renversée, et aussi à chercher les conséquences de la présence d'une faille aussi considérable et aussi peu inclinée sur la structure profonde du pays plus au nord. Les géologues suisses, au contraire, sont habitués à trouver tous les intermédiaires entre un pli normal, sans amincissement de couches, et un pli étiré, c'est-à-dire un pli sur les flancs duquel certaines couches sont réduites ou supprimées ; dans l'exemple actuel, il leur suffit donc de voir quelques bancs dans la position relative où les mettrait l'existence d'un pli normal, pour conclure à l'existence réelle de ce pli, sauf à chercher et à expliquer plus tard comment et pourquoi les couches qui manquent ont pu disparaître.

Au fond, il y a surtout là une différence de mots. Prenons, pour mieux préciser, l'exemple d'un pli bien caractérisé et indiscutable, aminci sur un de ses flancs (fig. 5). On passe de là comme limite, au

Fig. 5.



cas où les quatre lignes de *e* en *f* arrivent à se confondre, et où il y a alors proprement faille et par suite glissement relatif. M. Heim rapproche dans son livre les deux figures et crée même, pour la seconde, le nom de pli-faille, *Faltenverwerfung*. Il est donc clair qu'à ses yeux l'amincissement, même avant d'arriver à supprimer la couche, correspond déjà à un glissement relatif des bancs entre lesquels elle est comprise.

La chose est d'ailleurs évidente. Les couches sont incompressibles, donc celles qui s'amincissent s'allongent, ce qui, à cause de la solidarité des bancs, implique la nécessité d'un déplacement relatif. Supposons ainsi (fig. 6) que la couche AB A'B' restant immobile,

Fig. 6.

la couche BCB' C' s'étire et vienne en BC B''C''. Le point C' s'est déplacé dans le sens de l'inclinaison des couches, par rapport au point B', d'une longueur égale à B'B'', et le point D' a du venir en D''. Si donc la couche CC'DD' ne s'est pas étirée, c'est qu'elle a glissé précisément de la longueur B'B''. Ainsi, non seulement l'amincissement des couches le long d'un pli implique le glissement, et équivaut à ce point de vue à une faille, mais même il donne en quelque sorte la mesure du déplacement; si l est la longueur primitive du pli normal, e l'épaisseur des couches considérées, e' leur épaisseur moyenne après le mouvement, le glissement relatif est $l\left(\frac{e}{e'}-1\right)$.

Les remarquables études de plaques minces, ,dont M. Heim a donné le résultat, permettent même d'aller plus loin et de se rendre compte du mécanisme probable des phénomènes. La figure 3, planche XI, empruntée à la planche XV de l'ouvrage précité, montre une couche marneuse amincie divisée en un grand nombre de petits fragments par des plans à peu près parallèles à l'axe du pli; chacun de ces fragments s'est déplacé légèrement par rapport au voisin, et se trouve ainsi plus oblique par rapport aux nouvelles courbes que

dessinent leurs extrémités; d'où le rapprochement de ces courbes, et par conséquent l'amincissement de la couche. L'apparence finale est la même que si la couche eût été plastique et qu'il y eût eu réellement *écoulement* de cette matière plastique (1).

En résumé, on peut dire que quand il y a eu étirement de couches le long d'un pli, c'est qu'il y a eu dans ces couches, parallèlement à leur stratification, des *surfaces de glissement* et des *zones de glissements*. Ces zones de glissements ont dû évidemment se produire d'autant plus facilement que les plis sont plus couchés, c'est-à-dire que la direction de la force agissante était plus voisine des plans naturels de division de la roche, qui sont les plans de stratification. On se figure difficilement de grands mouvements de l'écorce terrestre se produisant sans que des fragments plus ou moins considérables ne jouent les uns par rapport aux autres; ce jeu se fait plutôt par *failles* dans nos pays de plaines; dans les pays de montagnes, il se morcelle en quelque sorte, il se fait par glissements élémentaires ou par *zones de glissements*, et se traduit par l'amincissement des couches. C'est là sans doute une des causes d'une différence souvent signalée, et parfois même attribuée en partie, au moins tacitement, à la différence des observateurs (2).

Si l'on applique ces considérations à la coupe de Glaris (fig. 1), on voit que la grande ligne presque droite, qui sur une longueur de près de 15 kilomètres forme la base du Permien, correspond à une surface de glissement, et que la petite bande renversée représente une *zone de glissements*. Son épaisseur moyenne ne dépasse pas une dizaine de mètres, et l'épaisseur normale des terrains qui devraient y figurer (Trias et Jurassique, sans parler même du Crétacé, dont l'absence, d'après M. Heim, pourrait tenir à des causes mécaniques) atteindrait au moins 600 mètres. On voit donc, sans insister, quel immense déplacement il faut supposer dans le sens de l'axe du pli supposé. Ce déplacement, en maintenant la disposition des pointillés, ne peut évidemment s'être effectué que du nord vers le sud. Il faudrait donc reculer de bien des kilomètres vers le nord l'extrémité synclinale du pli, et on ne peut s'empêcher de reconnaître que cette hypothèse arrive à prêter à la solution, malgré sa grandeur et sa simplicité incontestables, un certain degré d'invraisemblance.

(1) Si l'on cherche sur une coupe à évaluer la longueur primitive d'une couche avant le plissement, en mesurant le développement de cette couche, on obtient non pas la longueur cherchée, mais cette longueur augmentée de la somme algébrique de tous les déplacements relatifs.

(2) J'ajoute, d'après une remarque bien simple de M. Douvillé, que la pesanteur ne peut jouer un rôle dans la production des dénivellations que s'il y a eu *extension*, et jamais quand il y a eu *compression*.

Je signalerai aussi l'autre difficulté, ingénieusement discutée par M. Heim, qui résulte de l'inclinaison différente de l'axe du pli principal et de ceux des plis secondaires englobés (plis du Nummulitique).

Comparons maintenant la structure du bassin houiller du Nord. Pour plus de clarté je reproduis d'après M. Gosselet (fig. 4, pl. XI) la coupe schématique du bassin houiller à Anzin. Les traits principaux peuvent s'en résumer ainsi : une grande faille F, dite *Faille du Midi*, plongeant vers le sud sous un angle variable, souvent très faible, et sur laquelle les schistes siluriens du Condros reposent en concordance ; une seconde faille L, dite *Faille-limite*, peu inclinée sur la première, et isolant avec elle une bande de Dévonien et de Carbonifère renversés ; au nord, ou si l'on veut, au-dessous de cette bande, des couches beaucoup plus récentes (houille grasse de Denain), présentant une série de plis et de crochons fortement accusés, et une stratification tout à fait indépendante des précédentes ; enfin une troisième faille R, la *Faille* ou le *Cran de retour*, au nord de laquelle une série plus ancienne (houilles de Vicoigne et d'Anzin), repose sans plissements et régulièrement sur le Calcaire carbonifère.

M. Gosselet rend compte ainsi qu'il suit de ces apparences compliquées : les schistes siluriens du Condros étaient déjà soulevés et plissés avant l'époque dévonienne, dont les dépôts se sont ainsi faits en discordance. Après l'époque houillère, le pli du Condros s'est accentué, puis renversé vers le nord ; une brisure s'est produite suivant l'axe, et la partie supérieure, comme glissant sur un vaste plan incliné, a été refoulée et remontée bien loin vers le nord, en recouvrant les plis successifs de la région plus septentrionale. Dans ce mouvement, la masse refoulée a entraîné des lambeaux de la masse inférieure ; autrement dit, en même temps que glissement, il y a eu rabotage. La partie ainsi entraînée est celle qui est comprise entre les deux failles F et L, celle que M. Gosselet appelle le *lambeau de poussée*. Elle montre des terrains variables, mais toujours renversés ; ils ne sont pas parallèles à la faille limite, mais d'après les figures et les explications de M. Gosselet, il est permis de penser que l'angle qu'ils forment avec elle est l'angle de discordance du terrain dévonien avec le terrain silurien, ou mieux que, si un lambeau silurien entraîné se trouvait quelque part au-dessous de la faille du midi, il lui serait également parallèle.

Si, pour un moment, dans la coupe de M. Heim, on appelle faille du midi la surface de séparation du Permien avec la petite bande amincie de Trias et de Jurassique renversés ; faille-limite, la surface de séparation de cette bande avec le Nummulitique, on peut réunir

dans une même phrase, applicable aux deux régions, soit l'ensemble des phénomènes, soit l'explication proposée :

Une vaste région fortement plissée a été recouverte d'un manteau de terrains plus anciens, dont la limite inférieure, parallèle à leurs plans de stratification, est peu inclinée sur l'horizon ; une bande, d'épaisseur variable, de terrains d'âge intermédiaire et toujours renversés, sépare les deux systèmes ; la direction (au moins celle des couches les plus anciennes) est dans cette bande également parallèle à la surface de séparation. La cause de cette disposition peut se trouver dans un refoulement général vers le nord de la masse située au-dessus de la faille du midi, cette masse ayant dans son mouvement entraîné avec elle un « lambeau de poussée ».

Dans le Nord, une immense dénudation, puis le retour de la mer et l'accumulation de nouveaux dépôts ont masqué en partie les phénomènes primitifs. Dans les Alpes, il n'en est pas ainsi ; l'explication doit donc être serrée de plus près, ou plutôt suivie plus loin. Il ne suffit plus qu'elle rende compte de la superposition anormale, il faut encore qu'elle en fasse comprendre les rapports avec la structure du reste du pays. En d'autres termes il ne suffit pas de dire qu'il y a eu refoulement, il faut qu'on puisse concevoir d'où est venue la masse des terrains refoulés, et aussi où elle s'est arrêtée.

A la première au moins de ces questions, la réponse me semble facile. Reprenons la coupe de M. Heim (pl. XI, fig. 2), en nous bornant à considérer le pli nord. On peut considérer que ce pli couché est le résultat de deux mouvements distincts, l'un correspondant à la formation de plis verticaux, l'autre à l'inclinaison progressive de leurs axes vers le nord. Qu'on prête ou non quelque réalité à cette succession de deux phases distinctes, la décomposition des mouvements est permise ; c'est la simple application d'un des théorèmes fondamentaux de la mécanique.

Ceci posé, rétablissons le pli nord dans sa position verticale, en lui conservant l'amplitude supposée par M. Heim ; faisons de même naturellement pour ceux qu'on voit plus au nord et pour ceux qu'on peut supposer plus au sud ; nous arriverons à une figure analogue à la partie barrée de la figure 2 (pl. XI). La seconde phase, celle du couchement des plis, sera marquée sur la même figure par les lignes en pointillé. Supposons alors qu'il se produise une brisure suivant l'axe a' b' du premier pli couché. On se trouve avoir tous les éléments de la figure finale, correspondant à l'état de choses actuel ; il reste seulement à expliquer comment le lambeau supérieur a' b' k', a pu descendre en a'' b'' k''. Le trajet est de 15 kilomètres environ.

Il est clair d'abord qu'il n'y a pas à invoquer comme cause appré-

ciable l'action de la pesanteur. L'analogie avec le bassin belge où elle aurait au contraire agi comme force résistante, suffit à le prouver.

Mais on peut concevoir que le phénomène de plissement que j'ai essayé d'analyser se poursuive progressivement vers le sud avec les mêmes phases successives et qu'une série de plis $a_1 b_1$, $a_2 b_2$, toujours couchés et poussés vers le nord à mesure de leur formation, continuent à transmettre la poussée. Pour les mêmes causes, la ligne de brisure $a' b'$ se poursuivrait dans tous ces plis, en se transformant sans doute en profondeur en une *zone de glissements*. D'après la figure ainsi obtenue, l'image d'un *écoulement* lent, se transformant près de la surface en glissements successifs, s'impose en quelque sorte, sinon pour expliquer, au moins pour résumer le phénomène.

Cette hypothèse d'un écoulement sous pression des masses profondes, peut, si l'on se reporte au début de cette note, se traduire d'une manière plus précise par celle de la multiplication en profondeur *des zones de glissements*, c'est-à-dire encore par la possibilité pour les particules de la roche de se déplacer légèrement les unes par rapport aux autres; c'est ce qui constitue la plasticité. Or M. Heim, par de savantes et ingénieuses déductions, est précisément arrivé à cette conclusion, que la plasticité des roches croît avec la profondeur ou mieux avec le poids dont elles sont chargées, et que la différence de cohésion, due à la différence de nature des roches, devient même négligeable à une profondeur et sous une pression suffisantes (1).

Cette « plasticité latente » des roches, pour employer l'expression de M. Heim, est, il est vrai, assez contraire à l'idée que nous nous faisons ordinairement de la cohésion des solides. On peut remarquer cependant, d'une part, que les expériences de M. Tresca ont déjà montré la possibilité, au moins pour les métaux, de l'*écoulement* et du *rabotage;* de plus pour réaliser dans de semblables expériences les conditions supposées nécessaires par M. Heim à la production des phénomènes, il faudrait exercer la pression, non pas seulement sur

(1) Je ne puis que renvoyer ici encore une fois à l'ouvrage de M. Heim. Il me semble pourtant intéressant de rappeler brièvement le point de départ de son analyse : l'expérience des travaux souterrains a montré que les parois latérales, aussi bien que le sol et le toit d'une galerie profonde, tendent à « se gonfler » et à rétrécir lentement le vide qu'elle a formé ; on peut en conclure que la pression, résultant de la charge des terrains supérieurs, se transmet *également dans tous les sens.* Mais on reconnaît là le théorème fondamental de l'hydrostatique, et l'analogie de la loi qui résume dans les deux cas les efforts statiques, permet de concevoir la possibilité d'une égale analogie dans les mouvements, si une force extérieure vient à agir.

une ou plusieurs faces, mais sur *toute* la surface du solide, puis ensuite l'augmenter ou la diminuer sur une faible partie de cette surface. J'ajoute, toujours pour me conformer aux idées de M. Heim, qu'il faudrait agir, non pas sur un solide homogène, mais sur un solide *stratifié*. Alors seulement le résultat pourrait être sérieusement concluant, soit pour confirmer, soit pour rejeter l'hypothèse.

Enfin il faut remarquer que cette hypothèse a été introduite par M. Heim, non pas, comme ce serait le cas ici, pour légitimer d'autres hypothèses, mais pour expliquer des *faits d'observation*, dont l'exactitude n'est contestée par aucun géologue, tels que le pli de la Windgälle (*loc. cit.*, profils I et II), et les « coins » des Alpes bernoises. Non seulement cette hypothèse rend un compte satisfaisant de ces faits extraordinaires, mais c'est *la seule*, dans l'état actuel de la science, qui permette de le faire.

Le mouvement de glissement, étant du à un refoulement, n'a pu se produire et se continuer que s'il n'y a pas eu détachement du massif central, c'est-à-dire que le recouvrement a dû être continu; par conséquent, sans l'action postérieure de la dénudation, on observerait sur une largeur de 20 kilomètres, une série *régulière* allant du Permien, peut-être même des roches cristallines, jusqu'au Crétacé, et cette série recouvrirait sur toute cette largeur une autre série régulière, et *complète* jusqu'à l'Éocène, qui serait complètement masquée.

Il reste, pour montrer que l'explication de M. Gosselet peut s'appliquer aux Alpes, à trouver la ligne le long de laquelle se serait arrêté le mouvement de glissement, la ligne qui limite la *masse de recouvrement* et la série normale. Il semble que cette ligne, si elle existait, devrait être une ligne tranchée, signalée par tous les observateurs, en dehors de toute explication, comme un des traits le plus frappants de la région. Mais on doit remarquer que, si cette ligne a existé, les dénudations, les actions de la pesanteur, glissements et éboulements, ont dû contribuer à la masquer; elle ne peut pas *a priori* avoir conservé sa netteté primitive, et elle doit maintenant correspondre à une bande plus ou moins étendue, telle qu'il s'en présente si souvent dans toutes les régions, mais surtout dans les pays de montagnes, où, pour compléter la carte, l'observation est insuffisante et où le rôle de l'interprétation devient prépondérant. De part et d'autre de cette bande, les terrains pourront être les mêmes ; on pourra du moins imaginer telles combinaisons de pendages et de plissements qui sans discontinuité les relient entre eux, et même aussi avec les affleurements intermédiaires. Mais, sans parler des petites anomalies locales, cette interprétation même laissera présu-

mer, par quelques irrégularités, notamment par les différences dans le sens d'inclinaison des plis, la présence probable de quelque anomalie plus profonde.

L'existence d'une semblable ligne semble au moins bien probable entre le lac des Quatre-Cantons et Glaris ; elle irait de l'Axenberg à Muotta, pour suivre de là à peu près la vallée du Klön et passerait entre le Glärnisch et le Wiggis, dont les structures géologiques sont en effet complètement distinctes ; plus à l'est il faudrait la chercher dans le lac même de Wallenstadt, et sur les flancs du Churfisten. Les cartes laissent moins nettement apercevoir sa continuation jusqu'à la vallée du Rhin.

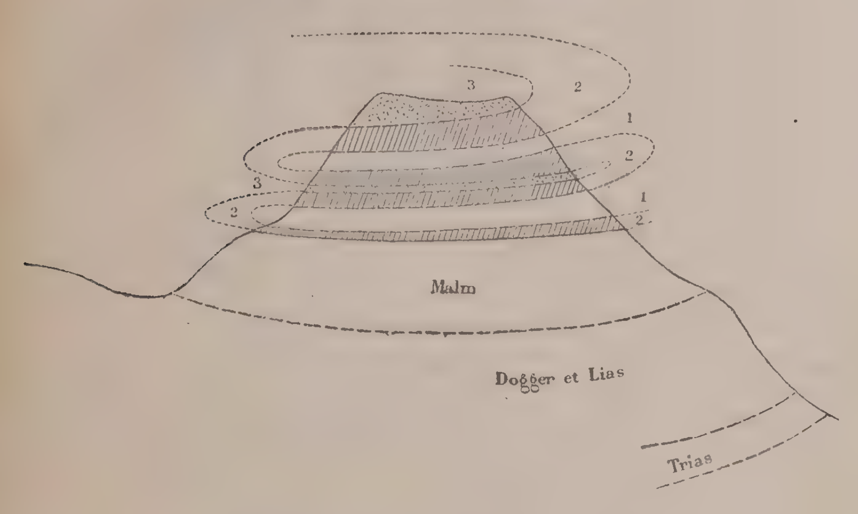
En tout cas cette ligne, telle que je peux provisoirement la concevoir, pourrait se définir ainsi : elle limite au nord tous les *lambeaux de recouvrement*, mais ces lambeaux n'arrivent pas partout jusqu'à elle, et alors elle marque d'une manière très nette dans la masse recouverte l'existence d'un ressaut, ou, si l'on veut, d'un retour de couches plus anciennes. Ce retour se fait, soit par un pli-faille, soit par un pli étiré ; or, ce sont là, comme je crois l'avoir montré, deux modes différents de glissement relatif, qui équivalent l'un et l'autre à une véritable faille. Nous retrouverions donc dans les Alpes de Glaris une nouvelle analogie avec le bassin du Nord, l'existence d'un *cran de retour*, comme à Anzin.

Ce n'est là d'ailleurs, en effet, qu'une conséquence directe et bien naturelle de l'hypothèse de M. Gosselet ; la masse de recouvrement atteint au Glärnisch, où pourtant il y a eu certainement des dénudations, deux mille mètres d'épaisseur. Il n'y a pas lieu de s'étonner que la superposition d'un semblable poids ait au moins contribué à produire un affaissement de la partie recouverte.

Enfin l'étude même de la disposition des couches au Glärnisch me semble apporter une nouvelle confirmation. M. Baltzer a consacré à cette montagne un livre intitulé : *Un Problème de la Géologie alpine*. Je reproduis ici (fig. 7) une de ses coupes, en modifiant seulement les pointillés ; on voit que c'est une montagne formée de plis couchés, même au delà de l'horizontale, avec plis-failles et plis étirés, c'est-à-dire avec *surfaces* et *zones de glissement*. Si on la supposait retournée de 90 degrés, et mise de champ sur son flanc sud, l'étrangeté de sa structure disparaîtrait en partie. Or, c'est là précisément le mouvement inverse de celui que j'ai supposé avoir été effectué par la masse de recouvrement (fig. 2). De plus, le glissement d'ensemble le long de la « faille du Midi », a dû avoir pour corollaire une série de glissements relatifs, ce qui expliquerait l'étirement considérable des

plis du Glärnish, et l'amincissement ou la disparition des couches sur leurs flancs.

Fig. 7. — *Coupe du Glârnisch.*



1. Valenginien. — 2. Hauterivien. — 3. Urgonien.

Il résulterait de là que dans le Glärnisch, tous les plis doivent tourner leur « courbure anticlinale » vers le nord et leur « courbure synclinale » vers le sud, ainsi que l'indique la figure ; c'est-à-dire que, si jamais l'on trouve pour une couche sur le terrain l'extrémité observable de l'un des plis, l'arc de cercle qu'elle dessine devra envelopper des couches plus récentes ou plus anciennes, selon qu'il regarde le nord ou le sud. Il y a là peut-être un élément de vérification.

L'étude des cartes géologiques de la Suisse mène à cette conclusion, que le phénomène du recouvrement n'est pas spécial aux Alpes de Glaris. La feuille de Sion, récemment publiée, donne dans son ensemble l'impression très nette d'un « fond » de Flysch, sur lequel s'étalent de grandes taches de terrains plus anciens, occupant en général les hauts sommets. Quelques lambeaux sont, il est vrai, dans le fond des vallées, mais ce serait là le résultat d'un glissement postérieur, uniquement dû à la pesanteur, tel qu'on en voit encore actuellement se dessiner et s'annoncer en quelque sorte, partout où une puissante corniche calcaire couronne une pente de terrains marneux.

Le sud de la feuille de Fribourg, et la carte de la région de Mont-Blanc, par M. Favre, permettent de suivre les mêmes phénomènes, dont les dernières traces s'arrêteraient en face de la pointe sud du Mont-Blanc (près de Serraval, à l'ouest du mont Charvin). Partout on semble constater, limitant tous les lambeaux de recouvrement, et toujours parallèle au massif central, la continuation du « cran de retour ». Il y a lieu de signaler seulement les décrochements, souvent considérables, que subit cette ligne, ainsi que celle qui limite la mollasse, en face des principales vallées normales à la chaîne (1).

A l'est de Glaris, dans le Tyrol (Rhœtikon), M. Mojsisovics (2) a observé des faits du même ordre; il y a là de plus cette circonstance bien intéressante, que les terrains dans la masse de recouvrement présentent le *faciès alpin*, et dans les autres affleurements le *faciès helvétique*.

J'ai essayé de reporter ces résultats sur une petite carte de la Suisse, simplement pour donner une idée sommaire de l'extension que, sous toutes réserves, je suis porté à attribuer à ces phénomènes; les renseignements m'ont manqué seulement pour la région qui s'étend du lac de Lucerne au lac de Thun. J'ajoute que, d'après une étude encore sommaire, je ne les crois limités ni à cette région, ni même à ce versant des Alpes.

J'ai aussi indiqué sur la carte la place des principaux « blocs exotiques » (3), dont l'existence m'a été, à la suite de ma communication, obligeamment indiquée par notre confrère, M. Haug. Ces blocs curieux, trop volumineux pour qu'on attribue leur transport à des glaciers (4), offrent toujours des caractères pétrographiques différents de ceux que présente en Suisse la formation à laquelle leurs fossiles ou leur nature minéralogique les font rapporter; quelques-uns, notamment ceux qui proviennent du Malm ou de l'horizon de l'*Ammonites planorbis*, rappellent, d'après M. Mœsch, le faciès connu des dépôts alpins; ils sont tous, ou au moins ont tous été incontesta-

(1) Ce fait, que je me contente ici d'indiquer, n'est pas rare dans les pays des montagnes. J'en ai observé dans le Jura des exemples très nets, en rapport direct avec les cluses. M. Suess a, le premier, je crois, dans son nouvel ouvrage, *Das Antlitz der Erde*, appelé l'attention sur la généralité de ces sortes de glissements, et il a proposé le nom de *blatt*, pour les failles de nature spéciale qui les limitent de part et d'autre.

(2) Mojsisovics, in Suess, *das Antlitz der Erde*, p. 184.

(3) Mœsch, Saint-Gall, p. 276.

(4) Le bloc de granite d'Haukern (formé d'un granite non connu dans le massif central), mesure 1500 mètres cubes. Quelques blocs forment de véritables petites montagnes au milieu du Flysch.


CARTE
de la SUISSE
montrant l'extension approximative
des phénomènes de recouvrement
Echelle $\frac{1}{2\,700\,000}$.
LÉGENDE
Limites de la plaine mollassique.
Cran de retour.
Lambeaux de recouvrement.
Massif cristallin.
Blocs exotiques
J U R A
P L A I N E M O L L A S S I Q U E
Lac de Constance
Lac de Neufchâtel
Lac de Zurich
Lac de Genève
Lac de Thun
Lac de Brienz
Lac de Wallenstadt
Lac d'Annecy
Genève
Lausanne
Thun
Altorf
Schwytz
Glaris
Feldkirch
Rhætikon
Coire
Sion
Wimmis
Cluses
Chamounix
Bonneville
Mt. Salève
les Voirons
Annecy
Serraval
Aar R.
Reuss
Rhin Fl.
Rhône Fl.
Arve R.
Iller R.

blement, d'après les traces encore observables, enfoncés dans le Flysch, qui présente autour d'eux une apparence « chaotique ». Sauf leur teneur considérable en fer, qui resterait inexpliquée, tous ces caractères semblent bien d'accord avec les conséquences de l'hypothèse développée dans cette note (1).

Je reviens pour terminer aux Alpes de Glaris : en adoptant le mode de représentation schématique qui ramène à des plis tous les phénomènes de glissements, la structure de cette région pourrait se résumer ainsi : une série de plis, dont les axes à partir du massif central sont régulièrement couchés vers la plaine mollassique, mais se relèvent de plus en plus vers la verticale à mesure qu'on approche de cette plaine, et, par-dessus tous ces plis, un autre beaucoup plus vaste, dont l'axe incliné dans le même sens a même dépassé l'horizontale, et qui descend presque jusqu'à la plaine. C'est simplement au fond l'hypothèse d'un « pli unique » substituée à celle du « double pli » d'Escher.

Ce sont les mêmes faits qu'on résume sous une autre forme en disant, avec M. Gosselet, que sur une région déjà plissée est venue glisser et s'étendre une masse de terrains plus anciens, entraînant avec elle un « lambeau de poussée », et produisant ultérieurement par son poids l'affaissement relatif des parties recouvertes. La coïncidence si remarquable qu'on met ainsi en évidence dans deux soulèvements d'âge bien différent, celui du Hainaut et celui des Alpes, laisse présumer qu'il y a là une règle générale, et que le résultat de la contraction du globe par refroidissement est non seulement le plissement de l'écorce, mais l'*écoulement* et le déversement du centre de la zone plissée.

M. **Fontannes** offre à la Société une notice intitulée : **Description sommaire** *de la faune malacologique des formations saumâtres et d'eau douce du* « **Groupe d'Aix** », *dans le Bas-Languedoc, le Dauphiné et la Provence,* et envoie la note suivante :

Note sur la **faune** *et la* **classification** *du* « **Groupe d'Aix** » *dans le Gard, la Provence et le Dauphiné.*

Sous la dénomination de *Groupe d'Aix*, j'ai réuni toutes les for-

(1). M. Seguenza (*Real. Ac. dei Lincei, Mém.*, vol. VI, 1879) a également signalé, dans la province de Catane, non plus à la surface du sol, mais dans les conglomérats pliocènes, des blocs volumineux, toujours roulés, dont le gisement primitif est inconnu. C'est ce qui a lieu pour le Nagelfluh suisse, et la liaison de ces faits avec l'existence des blocs exotiques, me semble bien probable. Il est vrai qu'on arrive ainsi à vieillir singulièrement les phénomènes en question, mais c'est une conséquence à laquelle, pour d'autres raisons, il me paraît impossible d'échapper. Si l'on admet le « recouvrement », son âge est donné par celui des terrains recouverts.

mations saumâtres et d'eau douce comprises dans le sud-est de la France, entre les calcaires à *Planorbis pseudoammonius* de Cuques, près d'Aix, à la base, et la mollasse marine au sommet (1).

Le Groupe d'Aix comprend donc tous les termes correspondant, dans le bassin de Paris, aux Sables de Beauchamp et au Calcaire de Saint-Ouen (*Bartonien*), au Gypse de Montmartre (*Ligurien*), au Calcaire de Brie, aux Sables de Fontainebleau et d'Étampes (*Tongrien sec. Mayer*), au Calcaire de Beauce (*Aquitanien*).

Cet ensemble n'a pas été détaillé sur les cartes géologiques de la région qui a été l'objet de mes recherches, et qui comprend les départements du Gard, de l'Ardèche, des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse, de la Drôme, des Basses-Alpes. Dans de récentes monographies, MM. Collot et Léenhardt ont cependant distingué le conglomérat qui en forme la base (*Sextien caillouteux in* de Rouville).

Le Service de la Carte géologique détaillée ne pouvant, en l'état actuel des connaissances sur les autres bassins tertiaires, admettre un tel complexe, il devenait absolument nécessaire de procéder à de nouvelles et minutieuses explorations, qui permissent d'établir des subdivisions applicables à tout le Sud-Est et en harmonie avec la légende générale de la Carte.

On comprend qu'en présence de la continuité d'une sédimentation fluvio-lacustre qu'aucun retour de la mer n'est venu interrompre, les documents paléontologiques pouvaient seuls permettre de distinguer des termes de quelque valeur. Or, dans le Sud-Est, — et c'est sans doute ce qui a si longtemps retardé cette étude, — les fossiles en bon état de conservation sont excessivement rares et, de plus, cantonnés dans un petit nombre de gisements très éloignés les uns des autres, présentant le plus souvent des faciès fauniques assez différents pour faire naître des doutes sur leur âge respectif. Sur de vastes espaces, on ne trouve que des moules déformés ou des empreintes, qui ne paraissaient dignes d'aucune attention. Le travail que je viens de terminer prouvera cependant, je l'espère, qu'il était possible de tirer de leur étude comparative des conclusions stratigraphiques suffisamment motivées.

Je ne saurais aller plus loin dans cet exposé sommaire sans reconnaître la parfaite exactitude des conclusions exposées par M. Matheron, dans son remarquable travail sur *Les dépôts fluvio-lacustres des env. de Montpellier, de l'Aude et de la Provence* (1862). En ce qui concerne cette dernière région, la seule qui soit comprise dans le cadre de la présente étude, et particulièrement le bassin d'Aix, je n'ai eu

(1) V. Étude VI, *Le bassin du Crest*, 1880, p. 80 à 86.

qu'à appliquer la classification très détaillée proposée dans cet excellent Mémoire, auquel il ne manque pour être absolument parfait, que quelques coupes et des planches représentant les espèces nouvelles.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, la faune malacologique du groupe d'Aix dans le Bas-Languedoc, la Provence et le Dauphiné n'a jamais été l'objet d'une monographie complète. Quelques rares espèces ont seules été décrites et figurées par divers auteurs; 10 espèces figurées et 13 citations plus ou moins certaines pour les Bouches-du-Rhône et Vaucluse, onze espèces dont deux figurées pour le Gard, tel était le bilan de nos connaissances au début de mes recherches. En 1880, je fis connaître la faune du Miocène inférieur dans le bassin de Crest (Drôme), où je venais de reconnaître la présence des couches à *Cyrena semistriata*. Enfin le présent travail, pour lequel je n'ai utilisé que les matériaux recueillis par moi-même dans un grand nombre de gisements dont beaucoup sont nouveaux, porte à 83 le nombre des espèces décrites et figurées.

Parmi celles qui sont nouvelles, il en est quelques-unes qui présentent un grand intérêt au point de vue exclusivement paléontologique; tels sont les *Melanoides occitanicus* et *M. eucircodes*, le *Vivipara megaloglypta*, ces trois belles espèces qui rappellent les formes les plus remarquables de la faune indo-australienne, — les petites Mélanies (*Striatella*, etc.), si insaisissables dans leur infini polymorphisme, qui pullulent dans le lac de Barjac et vont décroître rapidement dans les eaux douces du Sud-Est miocène, pour s'éteindre dans les couches à Congéries avec le *Melania semidecussata*, — les Potamides, témoins de la proximité d'une mer dont l'extension et la faune dans le bassin du Rhône nous sont inconnues, — les Cyrènes, si monotones dans leur livrée mais si capricieuses dans leur profil, qui abondent à deux niveaux distincts, jusqu'ici confondus, — et enfin ces Gastéropodes si démesurément effilés que j'ai provisoirement rapprochés des *Melania* (*s. l.*), mais qui représentent très probablement un genre nouveau (*M.* (?) *sphecodes* et *apirospira*).

La description des espèces est accompagnée d'un tableau qui en indique la répartition stratigraphique et géographique, et dans lequel j'ai essayé de classer méthodiquement toutes les assises qu'il importe de distinguer dans la longue série des dépôts du groupe d'Aix. Toutes les observations stratigraphiques sur lesquelles cette classification est basée, seront exposées, avec coupes à l'appui, dans

un mémoire qui paraîtra très prochainement, et dans lequel toutes les espèces seront figurées à nouveau, discutées et classées.

Qu'il me soit permis, en attendant, de détacher de ce tableau synoptique quelques conclusions d'un intérêt général pour la géologie tertiaire du Sud-Est.

1° La partie supérieure de l'Uzégien de Dumas et la partie inférieure de son Sextien, correspondent aux étages Bartonien (*éocène moyen, p. p.*) et Ligurien (*éocène supérieur*) ; mais il est difficile d'indiquer nettement dès aujourd'hui où doit se placer la limite de ces deux termes. Il serait possible que les calcaires à *Cyrena Dumasi* représentassent un niveau un peu inférieur à la base de l'éocène supérieur du bassin de Paris.

2° Les calcaires lacustres du bassin d'Alais qui constituent en grande partie l'étage Sextien (Dumas, *non* de Rouville), ne sauraient être synchronisés, ainsi que l'a cru le savant auteur de la *Statistique géologique du Gard*, avec ceux des plâtrières d'Aix et de Gargas. Les faunes sont absolument distinctes. Les calcaires lacustres d'Aix et de Gargas qui reposent sur les marnes à lignite et Palæotherium, appartiennent au miocène, ainsi que l'a reconnu depuis longtemps M. Matheron. Les calcaires à *Cyrena Dumasi* du Gard, sont *inférieurs* aux couches à lignite et Palæotherium de Barjac et doivent rester dans l'éocène.

3° La faune malacologique qui accompagne à Barjac les Palæotherium et Anoplotherium, offre un assez grand nombre de termes communs, et des plus caractéristiques, avec celle de l'éocène supérieur dans le bassin de Paris. Plusieurs de ces termes se rencontrent même, dans le bassin d'Alais, au-dessous du lignite ossifère. On ne saurait donc s'appuyer sur les caractères paléontologiques de cette assise, pour prétendre, ainsi qu'on l'a fait dernièrement, que les Palætoherium ont apparu dans le midi de la France, à une époque postérieure à celle de leur maximum de développement dans le Nord.

4° Les calcaires à *Cyrena semistriata* de la Provence et du Dauphiné, sont vraisemblablement représentés dans les environs d'Alais (Monteils, etc.), par des calcaires à Cyrènes qui renferment une faune différente de celle des calcaires à *Cyrena Dumasi* de Barjac, et qui sont, en tous cas, supérieurs à ces derniers et même à la masse principale du Sextien de Dumas. Le Sextien de cet auteur correspondrait donc à la partie tout à fait supérieure de l'éocène moyen (?), à l'éocène supérieur et à la base du miocène inférieur.

5° Les dépôts groupés sous le nom d'Alaisien par Dumas, doivent être classés non dans l'éocène, comme l'a proposé mon savant pré-

décesseur dans l'étude de cette région, mais dans le miocène inférieur (1). Il ne me paraît pas douteux qu'ils appartiennent, au moins en très grande partie, au Tongrien (*sec.* Mayer). Quant à l'Aquitanien, il est difficile de reconnaître dès aujourd'hui s'il est représenté dans le bassin d'Alais, le sommet de l'Alaisien présentant un faciès caillouteux qu'on ne rencontre pas dans la Provence et le Dauphiné, et les fossiles y étant très rares et en mauvais état (2).

(1) La conscience avec laquelle E. Dumas a poursuivi toute cette œuvre remarquable qui s'appelle *la Statistique géologique du Gard*, lui a permis d'entrevoir que le tertiaire du bassin d'Alais, pour être connu à l'égal de celui des bassins classiques, nécessiterait encore bien des recherches minutieuses. Voici, en effet, ce qu'on lit dans le deuxième volume, p. 490 et 491.

« Ces trois étages (Uzégien, Sextien, Alaisien), reposent les uns au-dessus des autres sans qu'on puisse observer entre eux aucune discordance de stratification ; ils paraissent avoir été déposés d'une manière suivie et continue dans les bassins où on les observe et avoir été émergés par la même convulsion terrestre. Ils forment donc, sous ce rapport, un ensemble ou un tout tellement lié *qu'il est souvent fort difficile de les subdiviser.*

» Cette dernière considération et la difficulté que nous aurions éprouvée à tracer sûrement les contours de ces trois étages sur la carte géologique du Gard, nous ont engagé à les y indiquer par une seule teinte et sous la dénomination générale de *formation lacustre. Nous avons cependant le pressentiment qu'un jour viendra où l'on reconnaîtra l'importance de cette subdivision* et que nos trois étages, répondant à des périodes distinctes du terrain tertiaire, pourront être rattachés à des étages particuliers, situés dans d'autres bassins. Mais la rareté des débris de mammifères fossiles qu'on y rencontre dans nos contrées, *et surtout l'extrême difficulté qu'on éprouve en général à déterminer d'une manière précise les restes des mollusques terrestres et fluviatiles de cette formation, seront longtemps encore un obstacle à l'établissement certain et définitif du synchronisme de ces divers étages.* »

En attendant que de nouvelles recherches me donnent des résultats absolument certains sur les points encore douteux, voici comment je comprends aujourd'hui ce synchronisme :

ALAISIEN (Éocène : Etage particulier au bassin d'Alais, *sec.* Dumas).	? Aquitanien. Tongrien moyen et supérieur.	Miocène inférieur.
SEXTIEN (Éocène de Montmartre, *sec.* Dumas).	Tongrien inférieur.	(Miocène inférieur.)
	Ligurien.	Éocène supérieur.
	? Bartonien supérieur.	Éocène moyen.
UZÉGIEN (Étage à lignite du Soissonnais, *sec.* Dumas).	Bartonien inférieur.	(Éocène moyen.)
	? Garumnien.	Crétacé.

(2) C'est sous l'obligeante conduite de mon confrère et ami, M. Fabre, que j'ai visité en 1882 les environs de Servas et de Célas, où s'exécutaient d'importants travaux de chemin de fer, et recueilli tous les matériaux utilisés pour l'étude de

Mais à peu de distance et au nord-est de Barjac, dans les environs de Bourg-Saint-Andéol, on trouve des lambeaux de calcaire lacustre fossilifère, offrant tous les caractères des assises de la Drôme que j'ai placées à la base de l'Aquitanien.

6° L'histoire organique du bassin d'Alais, à dater des premiers dépôts de calcaire lacustre, comprend cinq grandes phases bien distinctes à leur apogée, mais passant graduellement des unes aux autres.

1° *La phase des grandes Cyrènes et des Potamides ;*

2° *La phase des Striatelles*, très riche en individus et en espèces de ce genre ;

3° *La phase des grosses Mélanies épineuses, des Paludines costulées, des Melanopsis ;*

4° *La phase des coquilles d'eau douce :* Limnées, Planorbes, Hydrobies, Néritines, Sphærium, etc ;

5° *La phase des coquilles terrestres :* Helix, Clausilies, Pupa, Cyclostomes, etc.

7° Il paraît impossible que le gypse d'Aix et de Gargas puisse être placé dans l'éocène, ainsi que M. Mayer l'a proposé au Congrès de Foix. J'ai, en effet, trouvé dans les calcaires marneux à Cypris et empreintes végétales qui, à Aix, supportent la masse gypseuse, de nombreuses empreintes du *Potamides submargaritaceus*, représentant toutes les variétés qui se rencontrent si abondamment au-dessus du gypse. A Gargas, il y a bien quelques couches un peu gypseuses dans les marnes argileuses verdâtres inférieures au lignite à Palæotherium, mais la masse exploitée est non seulement au-dessus de ce lignite, mais supérieure encore au calcaire à *Cyrena semistriata ;* elle est donc certainement tongrienne.

8° L'étude des faunes du sud-est de la France conduit à cette conclusion générale que la période tertiaire, dans cette région, se divise naturellement en deux grandes époques, se subdivisant chacune en deux phases distinctes :

I L'époque néogène comprenant le pliocène (*Groupe de Saint-Ariès*) et le miocène depuis l'invasion de la mer helvétienne (*Groupe de Visan*).

II L'époque palæogène comprenant le *Groupe d'Aix* qui correspond à peu près à l'oligocène des Allemands, et le *Groupe de Vitrolles*

ces localités. Que M. Fabre me permette de lui renouveler ici mes plus sincères remerciements. Je crois devoir rappeler en même temps, que pendant que mon travail était à l'impression, M. Parran a publié dans le Bulletin, une coupe indiquant la succession des assises entre Rousson et Mons (arrondissement d'Alais), et confirmant, d'après lui, la classification de Dumas.

(*Gr. nummulitique, p. p.*) qui embrasse la base de l'éocène moyen et l'éocène inférieur.

Les limites de ces groupes varient un peu suivant les régions, par suite de la lente propagation ou de l'inégale amplitude des mouvements du sol qui les distinguent.

Séance du 3 *Mars* 1884.

PRÉSIDENCE DE M. PARRAN.

M. Monthiers, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Adrien Dollfus, à Paris, présenté par MM. G. Dollfus et Kilian;

Philippe Thomas, vétérinaire en premier au 10e régiment de Hussards, à Nancy, présenté par MM. Peron et Le Mesle.

M. le Président annonce la mort de M. le docteur Gaillardot.

M. Ferrand de Missol donne lecture du rapport suivant de la Commission de Comptabilité relatif à l'exercice 1882-1883 :

Messieurs,

Votre Commission a examiné les comptes de M. le Trésorier pour l'année 1882-1883 et les a trouvés entièrement conformes à ses Écritures.

Nous n'énumérerons pas les augmentations ni les diminutions que présentent les divers articles tant des recettes que des dépenses; les deux tableaux ci-joints vous en donneront le détail. Nous n'attirerons votre attention que sur les points principaux.

RECETTES

Elles se sont élevées à	33,132 fr. 88
Elles avaient été prévues pour	29,320 »
Soit une augmentation de	3,812 fr. 88

L'article Cotisations à vie et Cotisations perpétuelles prévu pour 1,200 francs a produit 2,600 francs, soit 1,400 francs en plus; cette



Arnoul del et lith.

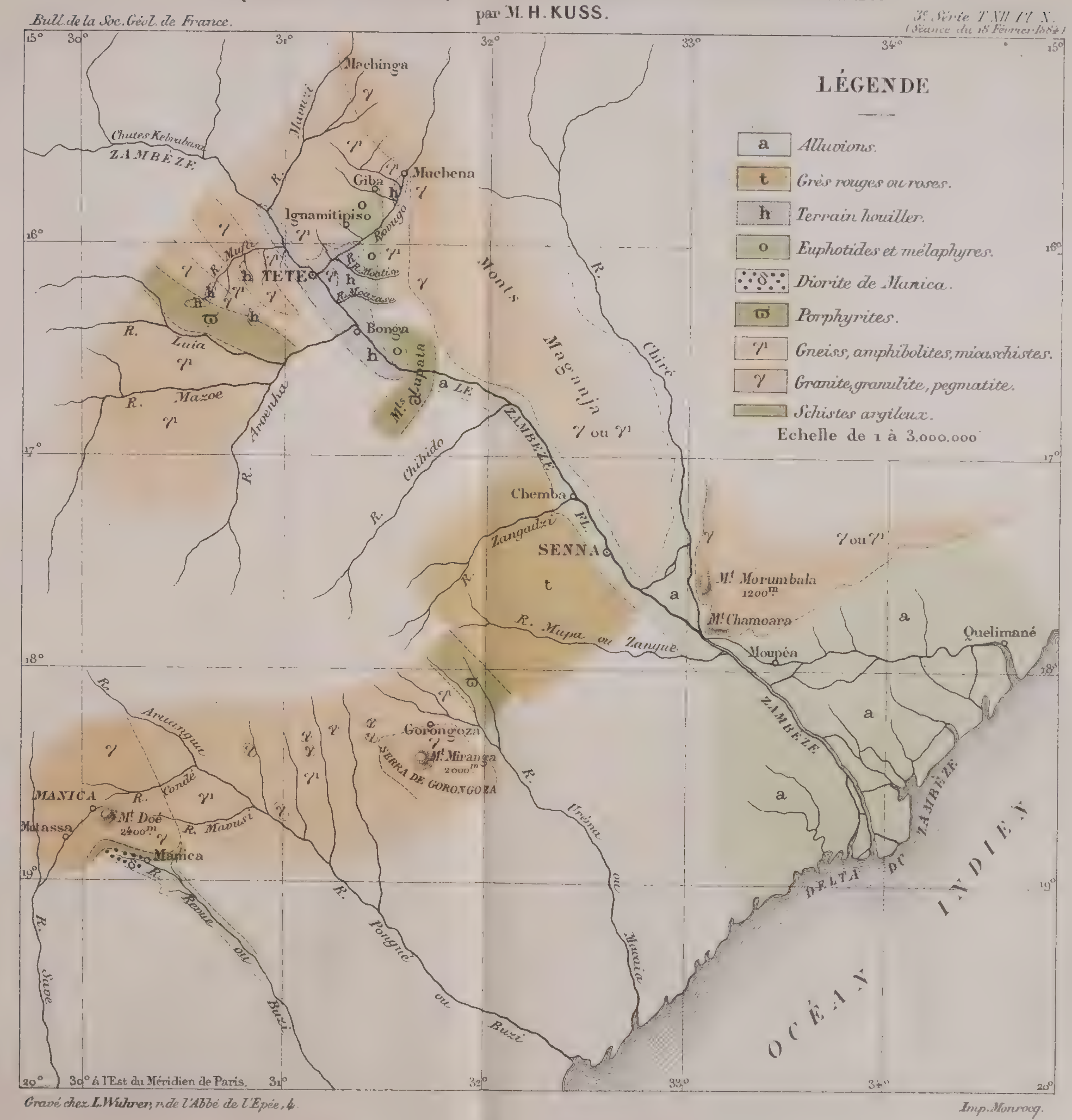
Imp. Becquet fr. Paris.

ESQUISSE GÉOLOGIQUE D'UNE PARTIE DE LA ZAMBÉZIE

par M. H. KUSS.

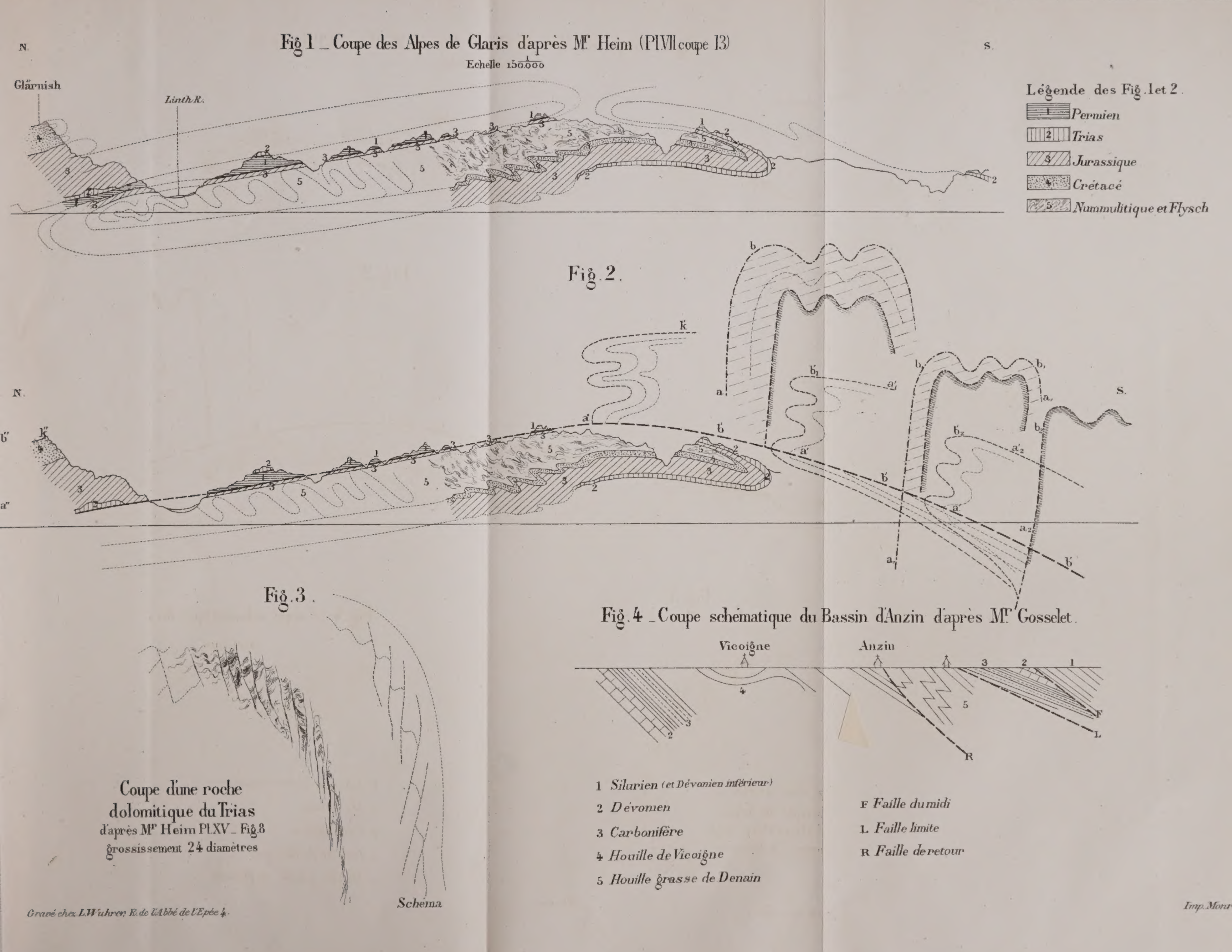
Bull. de la Soc. Géol. de France.

3e Série T. XII Pl. X.
(Séance du 18 Février 1884)



Gravé chez L. Wuhrer, r. de l'Abbé de l'Epée, 4.

Imp. Monrocq.


Fig 1 _ Coupe des Alpes de Glaris d'après Mr Heim (Pl VII coupe 13)
Echelle 1/150.000
N.
S.
Glärnish
Linth R.
Légende des Fig. 1 et 2.
1 Permien
2 Trias
3 Jurassique
4 Crétacé
5 Nummulitique et Flysch
Fig. 2.
N.
S.
Fig. 3.
Coupe d'une roche dolomitique du Trias
d'après Mr Heim Pl. XV _ Fig. 8
grossissement 24 diamètres
Schema
Fig. 4 _ Coupe schématique du Bassin d'Anzin d'après Mr Gosselet.
Vicoigne
Anzin
1 Silurien (et Dévonien inférieur)
2 Dévonien
3 Carbonifère
4 Houille de Vicoigne
5 Houille grasse de Denain
F Faille du midi
L Faille limite
R Faille de retour
Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé de l'Epée 4.
Imp. Monr

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1884

Président : M. PARRAN.

Vice-Présidents.

M. POTIER. | M. PERON. | M. CAREZ. | M. MALLARD.

Secrétaires.

M. MONTHIERS, pour la France.
M. DAGINCOURT, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires.

M. FALLOT.
M. DE MARGERIE.

Trésorier : M. BIOCHE. | *Archiviste* : M. FERRAND DE MISSOL.

Membres du Conseil.

M. FISCHER.	M. GAUDRY.	M. MOREAU.
M. HÉBERT.	M. ZEILLER.	M. DELAIRE.
M. SCHLUMBERGER.	M. DE CHANCOURTOIS.	M. BERTRAND.
M. DOUVILLÉ.	M. SAUVAGE.	M. CHAPER.

Commissions.

Bulletin : MM. SAUVAGE, GAUDRY, BERTRAND, SCHLUMBERGER, L. CAREZ.
Mémoires : MM. VÉLAIN, MALLARD, DOUVILLÉ.
Comptabilité : MM. JANNETTAZ, PARRAN, FERRAND DE MISSOL.
Archives : MM. MOREAU, BIOCHE, SCHLUMBERGER.

Table des articles contenus dans les feuilles 18-21 (t. XII).

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ

Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant (Art. 58 du règl.).

La 1re *série* (1830-1843) est composée de 14 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Le t. I, épuisé.			Les t. X et XI chacun.	5 fr.	8 fr.
Le t. II	20 fr.	28 fr.	Le t. XII	20	28
Le t. III	30	40	Le t. XIII	30	40
Les t. IV, V et VI, épuisés.			Le t. XIV	5	8
Les t. VII, VIII et IX.	10	16			

La 2e *série* (1844-1872) comprend 29 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I, II, III et IV épuisés.			Le t. XX	20 fr.	40 fr.
Le t. V	20 fr.	40 fr.	Les t. XXI à XXVII, ch.	10	30
Les t. VI à XVIII, chac.	10	30	Le t. XXVIII	5	30
Le t. XIX épuisé.			Le t. XXIX	10	30

Table des XX premiers volumes de la 2e série. { Prix, pour les Membres : 4 fr. — pour le public..... 7

La 3e *série* (1873-1878) est en cours de publication.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I à XI, chacun..	10 fr.	30 fr.	Le t. XII	»	30 fr.

Mémoires. 1re *série*, 5 vol. in-4° (1833-1843). Le prix (moins le t. I *épuisé*) est de 88 fr. pour les Membres, de 140 fr. pour le public. La 2e partie du t. II, la 1re du t. III, la 2e du t. IV et la 2e du t. V *ne se vendent pas séparément*. Le prix de la 1re partie du t. II, et la 2e du t. III est de 10 fr. pour les Membres, et de 15 fr. pour le public. Celui de la 1re partie des t. IV et V est de 12 fr. pour les Membres, et de 18 fr. pour le public.

2e *série*, 10 vol. in-4° (1844-1877). Le prix (moins la 1re partie du t. I *épuisée*) est de 200 fr. pour les Membres, de 350 fr. pour le public. Les t. I, 2e partie, et II, 1re et 2e part., *ne se vendent pas séparément*. Le prix des demi-volumes des t. III à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. Les t. VII à X se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. VII. — Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.	T. IX. — Mémoire n° 2	1 50	2 fr .50
Mémoire n° 2	7	13	Mémoire n° 3	5 fr.	10
Mémoire n° 3	8	15	Mémoire n° 4	4	8
T. VIII. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 5	7	12
Mémoire n° 2	6	11	T. X. — Mémoire n° 1	5	10
Mémoire n° 3	8	17	Mémoire n° 2	5	10
T. IX. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 3	6 50	12
			Mémoire n° 4	12	30

3e *série*, en cours de publication (1877-81).

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. I. — Mémoire n° 1	3 fr.	8 fr.	T. II. — Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.
— Mémoire n° 2	5	12	— Mémoire n° 2	3	5
— Mémoire n° 3	8	20	— Mémoire n° 3	12	25
— Mémoire n° 4	3	6	— Mémoire n° 4	4	7
— Mémoire n° 5	5	10	T. III. — Mémoire n° 1	8	15

Histoire des Progrès de la Géologie.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Collection, moins le t. Ier qui est épuisé	60 fr.	80 fr.	Tome II, Ire partie, ne se vend pas séparément.		
Tome I, épuisé.			Tome II, 2e partie	8 fr.	15 fr.
			Tomes III à VIII, chac.		8

F. AUREAU. — IMPRIMERIE DE LAGNY.